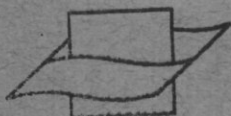


12168



Vlaams Instituut voor de Zee
Flemish Marine Institute

René CAMBIER



Considérations
sur
les Résultats scientifiques
du Voyage de la « Belgica »
(1897-1899)

Instituut voor Zee- en waterwetenschappelijk onderzoek
Institut für Meeres- und Wasserforschungen
Erasmus Plantinstraat 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/80 37 15

BRUXELLES
Robert LOUIS, Imprimeur-Editeur,
Rue Borrens, 37-39,

1942

René CAMBIER

Considérations sur les Résultats scientifiques du Voyage de la Belgica

La publication monumentale des Résultats du Voyage de la *Belgica* n'est pas encore entièrement terminée. Le dernier des 67 mémoires in-4° parus jusqu'ici date de 1938 (1). On peut regretter que la disparition de plusieurs membres de l'expédition polaire belge, ainsi que celle de savants éminents auxquels avait été confiée pour l'étudier une partie de la documentation recueillie sur place, compromette aujourd'hui l'achèvement de ce grand œuvre. Mais d'autre part il semble que ce retard, avec toute la perspective qu'il impose à notre appréciation, accentue encore le mérite d'une entreprise si féconde en résultats que la discussion, au bout de quarante années, n'en est pas encore épuisée et continue à éveiller notre intérêt.

Il est unanimement admis par le monde savant, ou même par tous ceux qui ont quelque connaissance de l'exploration polaire, que l'expédition belge de 1898-99 constitue la première contribution sérieuse apportée à l'étude de l'Archipel antarctique. Avant elle, dans cette région aujourd'hui bien définie

(1) Résultats du Voyage de la *Belgica*. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement belge, sous la direction de la Commission de la *Belgica*. Fragments du récit de voyage, par Adrien de GERLACHE de GOMERY. Anvers, Buschmann, 1898. 1432

Les illustrations de cet article sont extraites de ces rapports.

qu'elle a parcourue, mais qui géographiquement était alors très incertaine, seuls s'étaient risqués des chercheurs de terres nouvelles, comme Bellingshausen ou Dumont d'Urville, ou des chasseurs de phoques et de baleines, comme Weddell, Biscoe et tant d'autres. Certes les exploits de ces pionniers, affrontant parfois la banquise avec des barques de 50 tonneaux, ont quelque chose d'héroïque, mais, en général, ils n'ont pas conduit leurs navires au delà des Shetland méridionales ou des lisières nord de l'Archipel antarctique. Quand ils se sont enfoncés plus loin vers le sud, ils se sont tenus à prudente distance des côtes encombrées d'écueils et de glaces. On peut

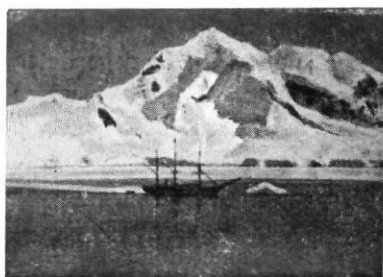


Fig. 1.

Mont William, Ile Anvers.

citer comme un cas presque unique le débarquement de Biscoe en 1832 en un point voisin du Mont William, au sud de l'Ile Anvers. Encore ne l'avait-il tenté que pour planter le pavillon britannique sur une côte qu'il s'imaginait alors appartenir au Continent Austral. Quand il revint en Angleterre on ne crut pas devoir moins

faire que de donner à ce coin perdu de l'Antarctique le nom du Premier Lord de l'Amirauté. Depuis lors et en dépit de toutes les rectifications géographiques apportées dans cette région par les expéditions suivantes, une « Terre de Graham » a toujours subsisté sur les cartes.

L'exploit de ce baleinier, lancé par les armateurs de la Cité à l'assaut de rochers réputés inabordables, est resté d'autant plus méritoire qu'il ne fût pas renouvelé de longtemps, même par des navigateurs consommés comme Dumont d'Urville et James Clark Ross. Il en résulta que pendant cinquante ans, jusqu'au moment où le norvégien Larsen, en 1893, rapporta de l'Ile Seymour quelques débris de roches dont plusieurs contenaient des fossiles, on ignora tout de la

constitution et des aspects tectoniques de l'Archipel antarctique. A l'exception du *Grönland*, de l'Allemand Dallmann qui, en 1876, atteignit aux débouchés nord et sud du Canal de Gerlache, les navires ne firent même dans ses eaux que de timides apparitions. Pour la plupart baleiniers, ils préféraient se confiner dans la mer plus libre et plus giboyeuse qui baigne les Shetland du Sud et profiter des ports naturels qu'elle offre parfois, tel ce cratère éventré de l'Ile Déception, découvert en 1824 par le capitaine anglais Foster qui lui a laissé son nom (Port-Foster).

On peut donc affirmer que la *Belgica*, au moment de son arrivée en janvier 1898 en vue de la Terre de Graham, trouvait devant elle des terres pratiquement vierges de toute exploration systématique. Nous allons passer en revue ses découvertes, tout en faisant remarquer qu'il est impossible de les considérer sans parler en même temps de celles qui reviennent à ses successeurs immédiats, qu'il s'agisse de l'expédition suédoise ou des expéditions françaises antarctiques. A tout bien considérer, c'est en effet dans le travail accompli par ces quatre expéditions solidairement envisagées : de Gerlache en 1898-99, O. Nordenskjöld en 1901-03, Charcot en 1903-05 et 1908-10, et dans les publications qui en rendent compte, que se trouve condensé tout ce qu'on possédait de scientifiquement contrôlé sur l'Archipel antarctique et ses abords jusqu'en ces dernières années.

C'est seulement grâce à l'avion qu'il a été possible, tout récemment, de dépasser Charcot vers le Sud et de pousser à un point inespéré la pénétration de l'homme sur des terres et des eaux fortement défendues par les glaces. Encore l'aviation seule n'a-t-elle pas suffi. Il a fallu la compléter par des techniques nouvelles, permettant de suivre au sol ou dans les passes nombreuses qui le découpent les indications qu'elle peut donner. A cet égard, l'expédition anglaise de J. R. Rymill (1934-1937), sur des bases établies non loin du 70° parallèle, a donné des résultats particulièrement féconds. Supérieurement équipée, disposant, outre son navire, de baraquements so-

lides, d'un avion éclaireur, d'attelages de chiens, d'une vedette et de tracteurs à moteurs, elle a obtenu des précisions étonnantes là où les raids aériens de H. Wilkins en 1928 et de L. Ellsworth en 1935 n'avaient fait qu'entrevoir les grands traits géographiques de la région. On a appris par elle que la Terre Alexandre I^{er}, très escarpée, se prolonge au Sud bien plus loin qu'on ne le pensait, et qu'elle n'est séparée de la Terre de Graham (Terre de Fallières) que par un mince chenal sinueux (Détroit du Roi Georges VI). Sur ce chenal, elle n'a trouvé nulle part les débouchés du Chenal de Casey et du Détroit de Stefansson (Voir carte de la page 10) prétendument découverts par Wilkins en vue aérienne. Du fait de ces rectifications, l'insularité de la Terre de Graham se trouve remise en question et l'on en revient à la conception des explorateurs du siècle dernier, celle d'une étroite presqu'île, longue de près de 700 kilomètres, détachée du Continent Austral et découpée par de nombreux fjords où sont encastrés de puissants glaciers (2).

En 1898, il est à peine besoin de le faire remarquer, l'exploration de l'Antarctique était loin de disposer de semblables moyens d'action. Pratiquement, depuis Dumont d'Urville, aucune reconnaissance méthodique de l'archipel antarctique n'avait été tentée. Aucun relevé hydrographique n'existait. Se risquer sans moyens de secours dans un pays sans cartes et affronter les rigueurs d'un hivernage que personne encore n'avait osé tenter demandait probablement plus de courage qu'il n'en faut actuellement à ceux qui suivent le sillon déjà

(2) Pour les vols de H. Wilkins, voir *Geog. Rev.*, juillet 1929, pour ceux de Lincoln Ellsworth *The Nat. Geog. Mag.*, juillet 1936, pour l'expédition J. R. Rymill, *The Geog. J.*, avril et mai 1938. L'insularité pourra cependant toujours se défendre tant que la continuité du sol dans l'inlandsis n'aura pas été définitivement démontrée par des sondages aux points controversés. Certains théoriciens, comme Sir Wyville Thomson et surtout James Croll (*Climate and Cosmology*, Edimbourg, 1885, pp. 69 et seq.) tendent même à admettre que toute l'Antarctide n'est qu'un immense archipel de terres basses recouvert par un inlandsis épais de deux à trois mille mètres.

tracé par leurs prédécesseurs, aidés de toutes les ressources de la science moderne. Mais ce qui effaçait tous les périls aux yeux de de Gerlache et de ses collaborateurs, c'était l'ampleur de la tâche scientifique qui leur était offerte.

Dans le monde polaire antarctique presque inconnu à cette époque, certaines questions, considérées comme de premier ordre, sollicitaient avant tout l'attention des savants : « C'est dans les pays polaires que sont cachées les clefs particulièrement importantes de la connaissance du globe » a dit Dobrowolski en faisant allusion aux pôles magnétiques et aux calottes anticycloniques qui régissent notre circulation aérienne (3). L'importance des données magnétiques et météorologiques recueillies sous les hautes latitudes apparaît donc de prime abord comme capitale.

D'autre part, des précisions sur la structure du sol antarctique, sur les formes glaciaires qu'il présente, sur la composition et la répartition des eaux marines, sur le comportement de l'évolution des formes vivantes sous une insolation très atténuée, sont considérées aujourd'hui comme indispensables à la solution de problèmes qui embrassent l'ensemble de la Terre.

Toutes ces recherches ne peuvent évidemment avancer que pas à pas et les faire aboutir à des conclusions indiscutables sera l'œuvre de plusieurs générations de chercheurs. Il faudra pendant longtemps cataloguer des faits basés sur des observations multiples ou prolongées avant de les coordonner en un faisceau convaincant. On voit que, devant une tâche aussi vaste, on ne pouvait guère demander à la *Belgica* que d'ouvrir les voies. Elle a cependant accompli beaucoup plus. Non seulement elle a mis à profit le séjour prolongé qu'elle a fait dans les glaces pour amasser une documentation énorme, mais cette documentation elle l'a interprétée dans des travaux de

(3) A. B. DOBROWOLSKI. Sur le rôle historique de la *Belgica*. *Bull. S. R. Belge de Géog.*, mars 1939.

premier ordre, proposant des explications qui dans la suite ont servi de base à tout ce qui a été écrit sur les mêmes sujets. Ajouterons-nous, dût cette confession en coûter à notre fierté nationale, que ce résultat surprenant a été obtenu avec des ressources pécuniaires fort restreintes et un matériel scientifique notoirement insuffisant? Disons-nous aussi que le retard apporté aux publications nous a coûté la priorité de plus d'une découverte? Nous nous en voudrions de trop insister sur les ombres dont aucune entreprise humaine n'est exempte, le tableau des activités scientifiques de la *Belgica*, dont nous allons essayer de donner un court aperçu, se présentant malgré tout avec un extraordinaire éclat.

* * *

Avant la *Belgica*, que possédait-on sur la constitution géologique des Terres antaretiques (4) américaines, sinon des indications vagues? Le norvégien Larsen avait rapporté en 1893 de l'Ile Seymour, une des plus septentrionales de l'Archipel antaretique, quelques débris rocheux contenant des fossiles qui avaient été avec doute attribués au Tertiaire. Des terrains sédimentaires s'y rencontraient donc. Mais, non loin de là, l'archipel des Shetland du Sud porte les traces d'un volcanisme accentué et tout récent. Or, sauf en deux points où il s'agit de schistes tellement métamorphisés qu'ils en sont indéterminables, les échantillons de roches prélevés par la *Belgica* au cours des vingt débarquements opérés dans le Canal de Gerlache appartiennent tous à des roches éruptives. L'analyse optique en a été faite par A. Pelikan, de Prague, qui les a classés sous trois rubriques : roches profondes comprenant des granites et des diorites quartzifères, roches d'effusion comprenant des porphyres, des diabases, des andésites et des basaltes, roches filoniennes de types divers (5).

(4) Le nom d'Antarctide doit être réservé au Continent Austral et celui d'Antarctique à l'océan voisin et aux îles qui en dépendent.

(5) Voyage de la *Belgica*. Rapports scient. A. PELIKAN. Petrographische untersuchung der gesteinsproben. Anvers, Buschmann, 1909.

H. Arctowski, le géologue de l'expédition, a supposé que les diverses roches éruptives étaient distribuées par zones. Autour d'un massif granitique situé sur la Terre de Danco se présenteraient successivement en allant vers le nord-ouest le porphyre et la diorite quartzifère, puis, vers l'entrée du Canal de Gerlache et sur l'alignement des Shetland méridionales, le gabbro. La diabase serait plus récente. En effet, on la rencontre en filons dans la diorite quartzifère et le gabbro. Mais le type éruptif incontestablement le moins ancien serait le mélaphyre parce qu'il a pénétré toutes les autres roches ignées, quelles qu'elles soient (6).

Ces vues, encore schématiques, ont été confirmées plus tard par E. Gourdon, des expéditions françaises de 1904 et 1909, qui a opéré surtout sur le versant pacifique de l'archipel. Ce géologue a constaté que les épanchements volcaniques récents paraissaient bien cantonnés dans le nord où ils se prolongent dans l'aire des Shetland. Si, partant de cette zone, on se dirige vers le sud, on peut observer en place un certain nombre de filons de trachy-andésite, de labradorite et de basalte. Le lieu d'élection de ces derniers est bien le Canal de Gerlache, et spécialement l'Ile Wieneke qui s'élève en son milieu. Mais on rencontre également dans cette zone une série de roches éruptives de type granitoïde : granites rosés à amphibole, diorites quartzifères (Ile Wandell), gabbros ouralitisés constitués par les plagioclases basiques (Cap Tuxen) formant un terme extrême. On remarquera que cette série très largement comprise est toujours à prédominance basique, plus exactement calcosodique, ce qui l'apparente notamment aux types éruptifs rencontrés beaucoup plus au

(6) H. ARCTOWSKI, *Les Glaciers*, pp. 33 et 34. Anvers, Buschmann, 1908. Nous faisons des réserves sur la propriété de ces termes techniques. On sait que, depuis la *Belgica*, la nomenclature des roches a beaucoup évolué, tandis que les classifications faisaient appel à la chimie quantitative (Lacroix) ou à la physico-chimie (Boven).

nord dans les Terres magellaniques (7). De part et d'autre du Détroit de Drake on se trouve dans la même province pétrographique, constatation qu'il faut souligner et sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir plus loin.

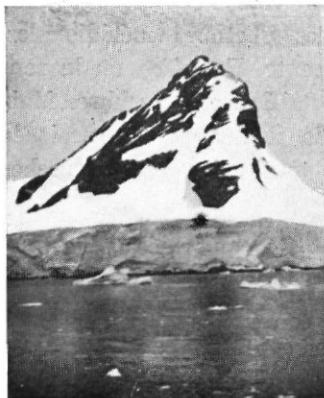


Figure 2.

Cap au SW de l'Île Lemaire.

Tous ces témoignages d'épanchements plus ou moins anciens ont été repris dans les plissements de direction générale sud-ouest-nord-est qui ont donné aux côtes du versant pacifique leur âpre relief. Les filons les plus récents seraient une conséquence directe de ces plissements dont ils sont ainsi les contemporains.

Si nous passons au versant atlantique de la Terre de Graham et aux îles que le bordent dans la Mer de Weddell, nous trouvons des aspects bien différents, mais traduisant toujours la structure ~~ture~~ intime du sol. Des détails assez précis ont été donnés par les géologues de l'expédition suédoise de Nordenskjöld, malgré la perte de leur navire et les conditions épouvantables dans lesquelles ils durent hiverner au cours des années 1901 et 1902. Ils les ont recueillis à la Baie de l'Espérance, qui se trouve à la limite des Terres de Palmer et de Louis-Philippe et dans les îles voisines de la Mer de Weddell, principalement Snow-Hill et Seymour. (Voir carte de la page 10.)

Dans ce secteur de l'archipel, les montagnes dentelées du

(7) J. B. CHARCOT, *Le Français au Pôle Sud*. Journal de l'expédition française 1903-1905, suivi des rapports scient. Paris, 1906, p. 448. Les explorations récentes du *Penola* sur le pourtour de la Baie Marguerite ont confirmé cette parenté. A travers un soubassement de gneiss et de microschistes faiblement plissés se sont fait jour des intrusions granitoïdes, puis des épanchements d'andésites et de dacites, où dominent les feldspaths calcosodiques.

Canal de Gerlache et de ses abords font place à des plateaux basaltiques, accompagnés de tufs parfois interstratifiés dans des assises sédimentaires d'âges divers. A Snow-Hill, où le gros de l'expédition hiverna pendant deux années successives, on trouve du Crétacique moyen et supérieur. Un peu plus au nord, dans l'Île Seymour, on passe au Tertiaire supérieur à empreintes végétales tandis qu'à fleur de sol on retrouve les restes d'un manchot de grande taille qui a dû disparaître à une époque récente. A la Baie de l'Espérance qui est franchement à l'ouest des points précédents, Gunnar Andersson a déterminé du Jurassique attesté par une abondante flore fossile où dominent les genres *Araucarites*, *Pterophyllum* et *Otozamites* (8).

La Baie de l'Espérance se trouve dans le prolongement des plis montagneux qui encadrent le Canal de Gerlache et auxquels Arctowski, par une sorte d'intuition, avait donné le nom d'Antarctandes. Les conditions dans lesquelles on y rencontre le Jurassique continental montre que celui-ci a participé à la surrection d'une chaîne qui se prolongerait au sud dans l'Antarctide (Chaîne de l'Eternité de L. Ellsworth) et au nord par les Andes américaines. On sait du reste que ces dernières n'ont commencé à s'élever qu'au Crétacique supérieur.

Ainsi l'argument tectonique, appuyé par la paléontologie, vient se joindre à l'argument pétrographique pour démontrer une liaison ancienne de l'Amérique du Sud avec l'Antarctide. L'Archipel antarctique et la Terre de Graham représenteraient les débris d'un ancien pont continental effondré et le relief sous-marin du Déroit de Drake aurait dû en adminis-

(8) Par contre le Crétacé de Snow-Hill, et d'une partie de Seymour, caractérisé par de superbes ammonites, serait marin. Dr. Otto NOR-
DENSKJOLD. — Au Pôle antarctique. Trad. Rabot, Paris, p. 392.
Résultats scient. de l'Expéd. antarct. suédoise. *La Géographie*, t. 10
(1904). Beaucoup plus au sud, sur la côte orientale de la Terre
Alexandre I^{er}, le Rév. W. L. S. Fleming, de l'expédition anglaise de
Rymill, a trouvé, en 1935-1936, des séries stratifiées fossilifères de cal-
caires et de schistes argileux qu'il rattache au Jurassique moyen.

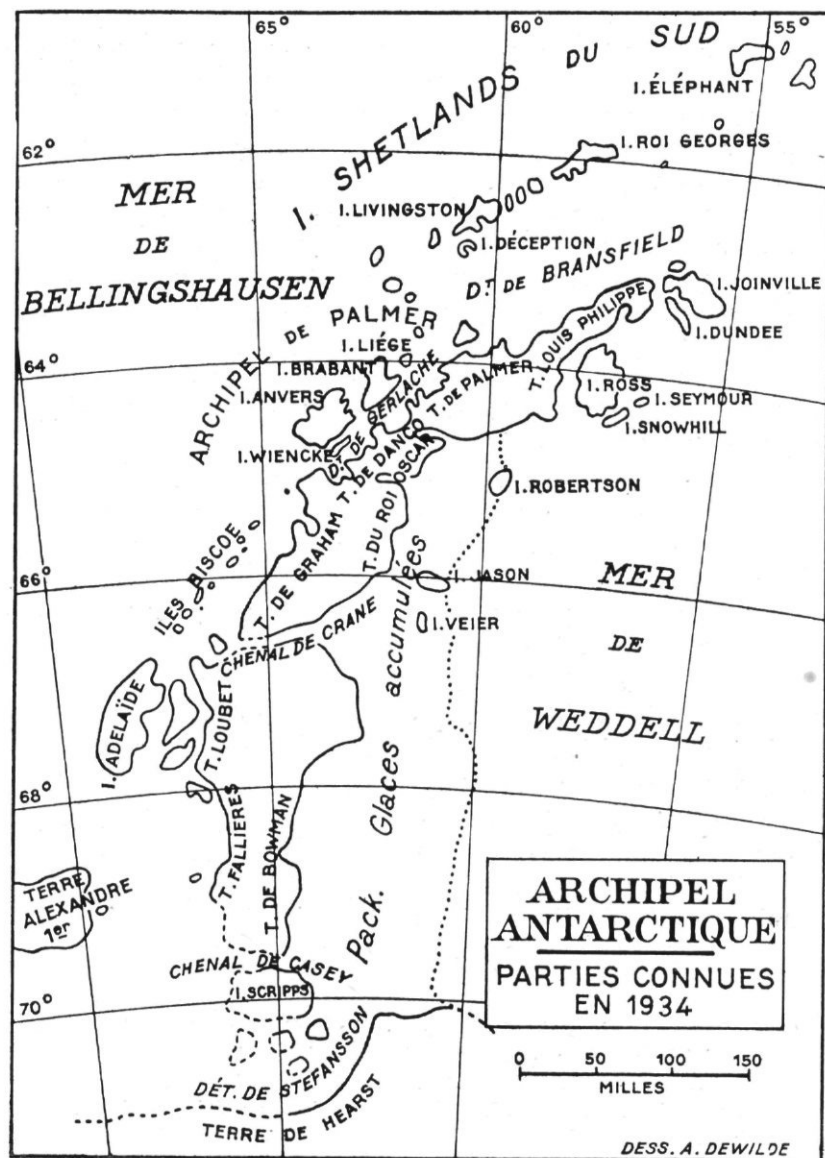


Figure 3.
Carte de l'Archipel antarctique. (Parties connues en 1934.)

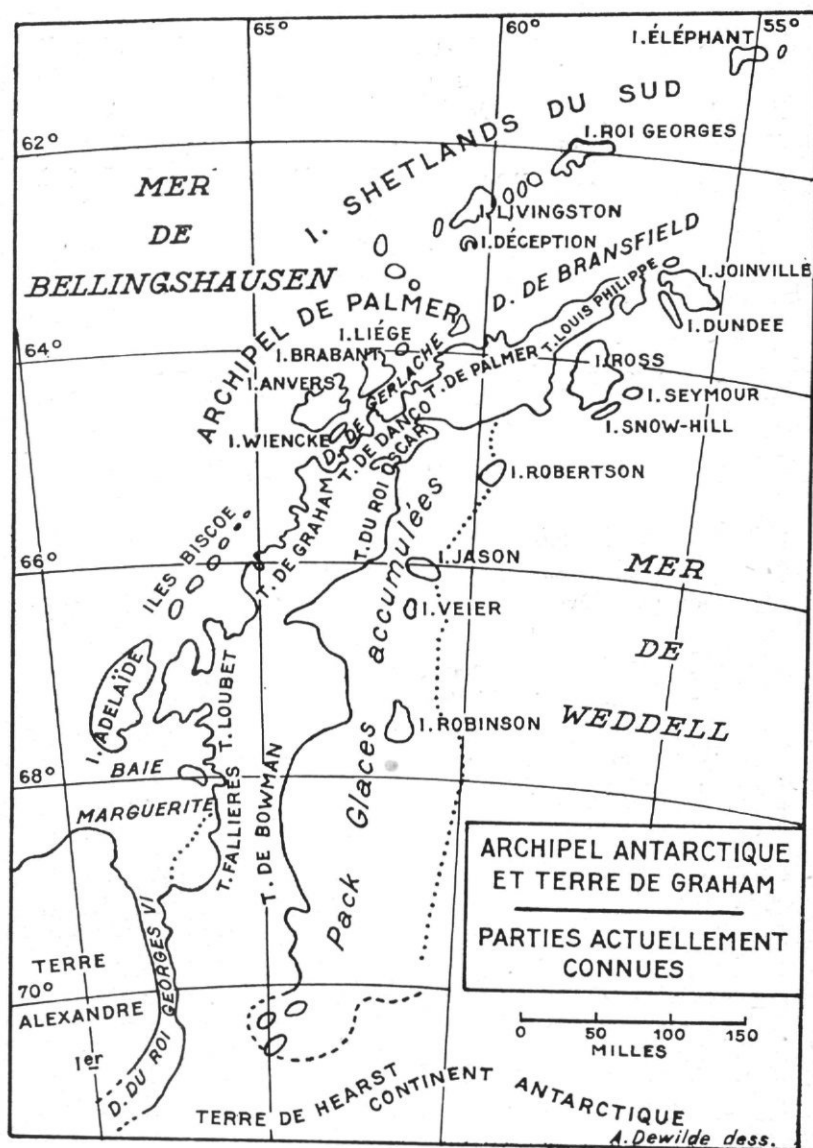


Figure 3bis.

Carte de l'Archipel antarctique. (Parties connues en 1940.)

trer la preuve définitive si la *Belgica* elle-même n'y avait fait une constatation inattendue. Cinglant vers le sud à partir de l'Ile des Etats, elle échelonna en effet, du 14 au 20 janvier 1898, sept sondages au travers de ce détroit et elle y découvrit une véritable fosse, large de 400 kilomètres, profonde de 3 à 4.000 mètres et davantage, sorte de golfe sous-marin qui va rejoindre vers l'ouest les profondeurs correspondantes du Pacifique (9).

Comment devait s'interpréter ce fait nouveau, si embarrassant pour une théorie qui à cette époque était déjà défendue par toute une école de géologues à la tête desquels se trouvait l'illustre Suess? Pour répondre à cette question, il s'agissait d'abord de disposer de données bathymétriques plus complètes. Or les sondages qu'on fit dans la suite révélèrent que la Fosse de la *Belgica* se poursuivait en réalité à l'est jusqu'à près de 1.000 kilomètres de la Terre de Feu avec des fonds qui peuvent dépasser 5.000 mètres. Autour de la dépression ces fonds se relèvent sous la forme d'un amphithéâtre très allongé dont les gradins supérieurs sont occupés par des îles ou des archipels. La rangée part de la Terre de Feu et de l'Ile des Etats par les Falkland et la Géorgie du Sud pour gagner les Sandwich méridionales où se fait le rebroussement. La voie de retour emprunte les Orcades du Sud, les Shetland du Sud, pour atteindre finalement l'Archipel antarctique.

Si l'on veut bien remarquer en outre que les Antaretandes ne se trouvent pas dans le prolongement direct des Andes mais qu'elles en forment pour ainsi dire l'image réfléchie, les deux chaînes rebroussant vers l'est leurs extrémités atlantiques, et faire appel à la théorie wégenérienne de la dérive des continents, on trouvera une explication facile à l'énigme que représente au premier abord la Fosse de la *Belgica*.

Pour Wegener en effet, les deux continents, après leur séparation, étaient encore réunis au Pliocène par un pont qui se

(9) G. LECOINTE. Travaux hydrographiques de la *Belgica*. Carte annexée.

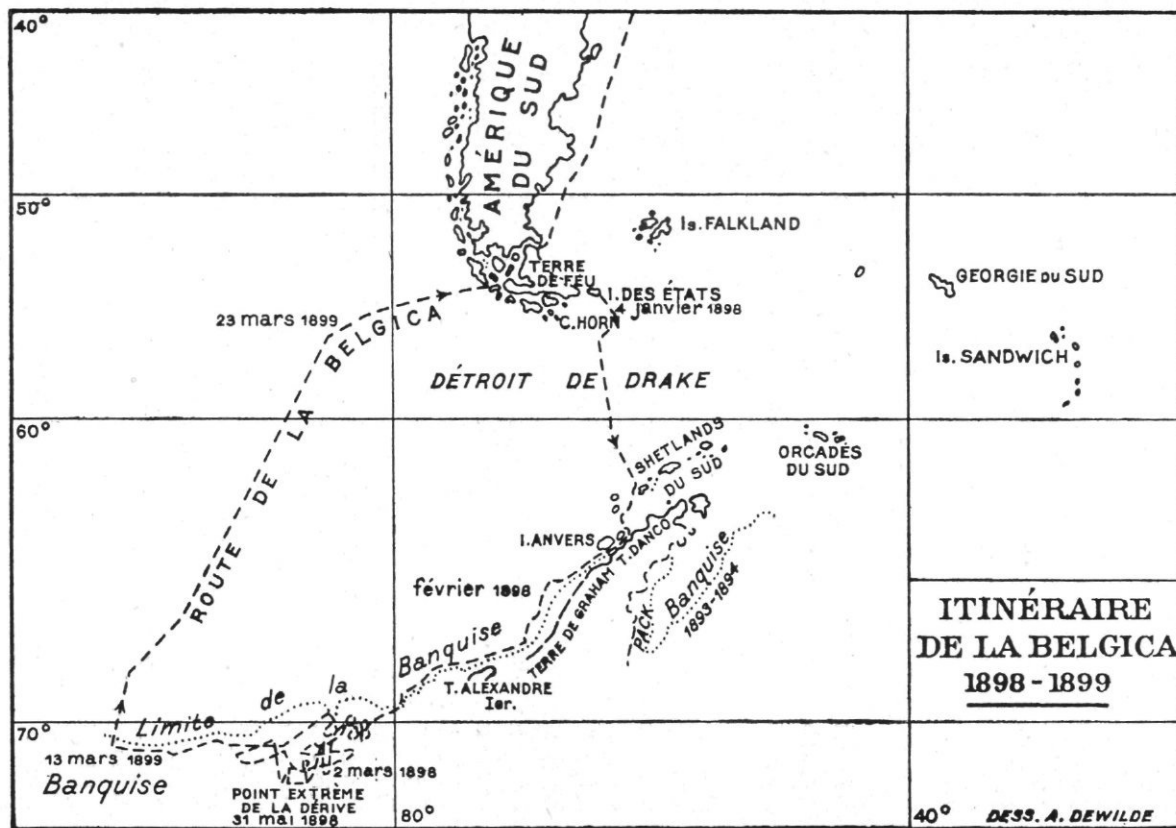


Figure 4. Carte donnant l'itinéraire de la *Belgica*.

serait arqué de plus en plus au fur et à mesure de leur lente dérive vers l'ouest. Finalement ce pont se serait rompu, d'abord à la clef, c'est-à-dire aux Sandwich, avec accompagnement d'effusions basaltiques, puis en de nombreux autres points, à des moments que l'étude comparée des faunes permet de préciser. Les socles continentaux, suivant la même destinée, se seraient écartés en laissant entre eux la profonde coupure du Détroit de Drake (10).

* * *

Il fallait s'attendre à voir la glaciologie, cette partie de la géographie physique qui traite des glaciers avec tous les développements que leur étude comporte dans l'histoire de notre planète, tirer un notable enrichissement des observations de la *Belgica*. L'extrême humidité du climat marin de l'Antarctique, jointe à l'abaissement très marqué des isothermes sur leurs correspondantes boréales, y provoque une glaciation prononcée dont l'extension varie avec les saisons. La situation actuelle n'a cependant rien de comparable à ce qu'elle était au Pléistocène. Le manteau glaciaire, comme en témoignent les traces laissées sur les Terres magellaniques, s'étendait alors beaucoup plus loin vers le nord.

H. Arctowski a consacré un long mémoire à la description des phénomènes glaciaires actuels et à leur interprétation (11). D'après lui, le Canal de Gerlache n'est pas le domaine de l'inlandsis, ce nom servant à désigner la calotte glaciaire polaire qui enfouit toutes les aspérités du sol sous son revêtement continu. La formation de cette carapace sous des latitudes qui ne sont pas encore très hautes n'est pas favorisée par le relief extrêmement âpre qui caractérise le versant

(10) A. WEGENER. La genèse des continents et des mers. Trad. Lerner, p. 91.

(11) H. ARCTOWSKI. Résultats du Voyage de la *Belgica*. Les Glaciers. Glaciers actuels et vestiges de leur ancienne extension, Anvers, Buschmann, 1908.

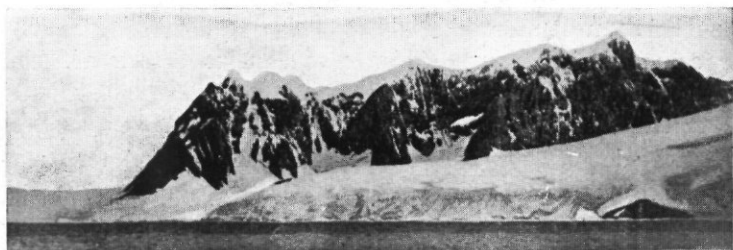


Figure 5.

Ile Wiencke. Partie nord du Chenal de Neumayer. Terminaison de glacier à la mer.

pacifique de l'Archipel antarétique. La neige qui résiste aux violentes rafales de l'hiver n'arrive pas à s'accrocher sur les pentes trop raides. La prédominance des vents d'est pendant cette saison favorise plutôt son dépôt sur le versant atlantique où elle rencontre en outre des plateaux mieux disposés pour la recevoir.

Ce qui contribue surtout à donner au Canal de Gerlache son aspect grandiose et désolé, ce sont ses glaciers qui descendent isolément entre les pics et les crêtes jusqu'au niveau de la mer. Les vallées leur offrent une issue facile et elles en sont à tel point encombrées que leur fond n'apparaît jamais au jour, les ruptures de pente ne se laissant deviner que par la fissuration plus ou moins intense qu'elles provoquent dans la glace en cheminement.

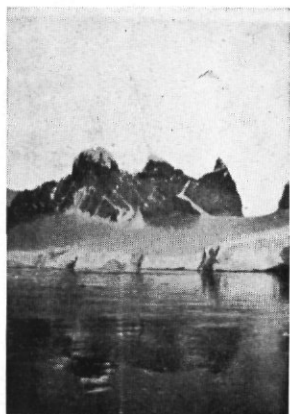


Figure 6.

Terre de Danco, Cap Renard.
Névé.

Quand, comme c'est le cas pour les îles qui se trouvent à l'ouest du Canal, la surface est insuffisante pour constituer les vastes névés nécessaires à l'alimentation des glaciers du pourtour, ceux-ci forment des individus isolés, parfois discontinus,

tirant chacun leur origine de la neige qui se dépose dans les anfractuosités d'un canton montagneux déterminé. Une particularité remarquable du versant oriental des Monts Osterrieth, dans la partie orientale de l'Ile Anvers, est la présence de cirques glaciaires aux parois abruptes, présentant, sur une échelle plus grande, le type des « kares » autrefois définis par Richter dans les Alpes allemandes. Sur les parois de ces cirques on peut, de la mer, observer des gradins qui correspondent à autant d'étapes successives du névé recouvrant la glace. Quant à l'origine de ces gradins, elle se rattache probablement à une accentuation périodique du phénomène glaciaire au cours des quinze ou vingt derniers millénaires. Leur formation et leur disposition rappellent d'une façon lointaine celles des terrasses fluviales (12).

Quand on s'avance vers le sud, on passe insensiblement à l'inlandsis. Déjà vers le 65° degré de latitude, des formes glaciaires apparentées au revêtement continu tendent à pren-

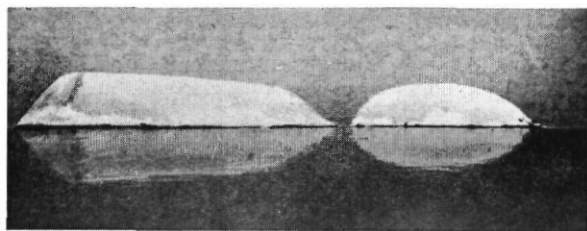


Figure 7.
Ilots Moureaux. Neige accumulée.

dre pied partout où la configuration du sol le leur permet. E. Gourdon, géologue des expéditions Charcot, a noté que sur des îles ou même des îlots plats appartenant au groupe des Iles Biscoe ou parsemant la Baie des Flandres, la neige s'accu-

(12) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 37.

mule en calotte « comme une énorme goutte de substance visqueuse » (13).

Sur le versant oriental ou atlantique, constitué par les Terres Louis-Philippe, Nordenskjöld et Roi Oscar, l'inlandsis

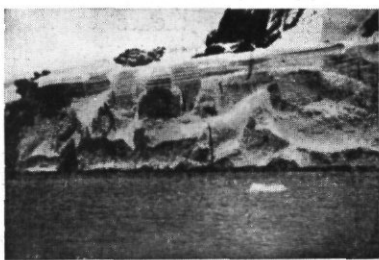


Figure 8.
Glacier stratifié. Bandes de glace
bleue et lits terreux.

nisme de sa formation. Ainsi sait-on que la masse de glace s'alimente à la surface par des accumulations de neige en

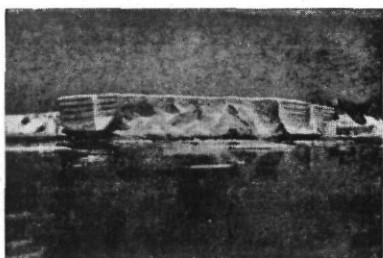


Figure 9.
Iceberg stratifié.

paisseur du glacier, de véritables strates de glace granulaire, soulignées par des cordons de kryokonite, poussière d'ori-

tend à s'implanter plus rapidement grâce au régime aérien plus favorable et aussi à la nature du terrain qui, composé de basaltes tabulaires ou de terrains sédimentaires horizontaux, lui offre une excellente assiette. Nous devons à l'expédition suédoise, qui l'a bien observée dans cette région, des notes précises sur le mécanisme de sa formation. Ainsi sait-on que la masse de glace s'alimente à la surface par des accumulations de neige en poudrin tombant surtout pendant l'été austral, soit de décembre à février. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, l'hiver au contraire ne lui amène rien (14). Il est accompagné de telles tempêtes que la neige, aussitôt tombée, se trouve dispersée au loin. C'est surtout la neige d'été qui forme, en descendant dans l'é-

(13) E. GOURDON, in J. B. Charcot, *Le Français au Pôle Sud*, p. 451.

(14) *La Géographie*, t. 10 (1904), p. 6. Note sur la glaciation antarctique.

gine éolienne, en partie cosmique, en partie terrestre et dans ce cas constituée par de fines particules de feldspath, de quartz, de mica et de hornblende.

Là, se trouve l'explication de nombre de particularités observées sur les icebergs des mers australes. D'abord leur forme tabulaire, puis leurs bandes alternativement bleues et blanches qu'Arctowski a souvent observées au point où, les glaciers dérivés de l'inlandsis aboutissant à la mer, ces énormes masses de glace flottante s'en détachent. Il insiste aussi sur les lits de matières terreuses qui marquent la succession des saisons sur les névés alimenteurs et qui sont formés surtout de krykonite pulvérulente. Il note la présence de boulders plus ou moins gros enrobés dans la glace, les même qui, pesant parfois plusieurs tonnes, faisaient l'étonnement des anciens navigateurs comme Cook et Bougainville (15).

Arctowski, dans le rayon de son enquête, attribue un rôle important à l'érosion glaciaire latérale. Les protubérances rocheuses ou *nunataks* sont, d'après lui, d'abord sapées à leur base, puis progressivement démolies et emportées. Leurs matériaux se retrouvent sous forme de moraines internes formées de blocs plus ou moins arrondis. Ce n'est toutefois qu'à la limite de la glaciation, là où la température du sol s'élève au point de permettre une fusion continue, qu'on peut trouver abandonnés de véritables blocs erratiques. Les Terres magellaniques, dont la température moyenne s'est considérablement relevée depuis les temps pléistocènes, en sont parsemées. Dans l'Antarctique, le sol reste au contraire continuellement gelé et les glaciers, ne subissant plus de fusion interne, perdent la moraine de fond qui, dans les pays tempérés, finit

(15) Aux environs du Groenland, Scoresby, dont la relation remonte à 1822, affirme avoir rencontré des banes de glace flottante, hauts de 30 à 60 m., portant des couches considérables de terres et de roches. LYELL, *El. de Géol.*, p. 234. Sir Wyville Thomson a le premier supputé l'âge des icebergs antarctiques en admettant que l'association bande blanche et bande bleue correspond à une année. La totalisation des stratifications conduit généralement à plusieurs milliers d'années.

toujours par emmagasiner toutes les roches recueillies en cours de route. Il en résulte, pour Arctowski, que l'action de « râpe » exercée par le glacier sur son assiette, diminue beaucoup là où la limite des neiges éternelles descend au niveau de la mer (16).

* * *

La *Belgica*, au cours de son passage le long des canaux de la Terre de Feu et à l'Ile des Etats, a relevé de nombreuses indications d'une ancienne extension des glaciers, et même probablement de l'inlandsis dans ces régions extrêmes de l'Amérique du Sud. La position actuelle des blocs erratiques, roches striées, doldrums, moraines et terres de drift par rapport à celle des glaciers qui se maintiennent encore dans certaines vallées, montre une régression continue des conditions glaciaires. Mais ces conclusions ne font en définitive que renforcer celles auxquelles étaient déjà parvenus de nombreux devanciers, parmi lesquels le plus célèbre est certainement Darwin, qui a remarquablement analysé le phénomène glaciaire lors de la mémorable croisière du *Beagle* en 1834. Ses remarques les plus originales, la *Belgica* les a tirées de sa relâche à l'Ile des Etats. Cette île, qui forme le bastion le plus avancé de l'Amérique à l'est de la Terre de Feu, est actuellement, malgré ses escarpements, vierge de tout glacier. Elle montre cependant toutes les cicatrices d'une glaciation profonde. Ses côtes ressemblent étonnamment à celles de la Norvège, découpées par des fjords qui ne sont que d'anciennes vallées glaciaires immergées. Depuis que la surcharge imposée par les glaces a disparu, le jeu de l'isostasie n'est pas encore parvenu à la compenser et à ramener les lignes de rivage à leur niveau primitif (17).

Dans le Canal de Gerlache, Arctowski voit l'emplacement d'une grande vallée ancienne, vraisemblablement d'origine tectonique, par laquelle s'écoulait vers le nord, au cœur des der-

(16) H. ARCTOWSKI. Op. cit., pp. 65 et seq.

(17) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 25.

nières glaciations, un énorme glacier alimenté à la fois par l'inlandsis continental antarctique et par des affluents dérivés de la Terre de Graham (lato sensu) (18). Les chemins ont été préparés par d'anciens mouvements du sol, probablement ceux qui ont amené la surrection de l'archipel tout entier, puis son morcellement suivant deux directions orthogonales, la seconde étant nettement indiquée par les vallées transversales, les chenaux séparant les îles et l'inflexion du Chenal de Neumayer, entre les îles Anvers et Wiencke (19).

Ces vues évoquent en un puissant raccourci tout le passé géologique de l'Archipel antarctique. Il faut les considérer comme capitales et marquer l'honneur qui en rejaillit sur l'expédition belge. Elles ne devaient pas tarder à trouver confirmation dans les travaux de l'expédition suédoise, au nord de l'archipel. Les savants qui accompagnaient cette expédition en 1901-03 ont considéré en effet la présence à Snow-Hill de blocs erratiques à 300 mètres au-dessus du niveau actuel du glacier comme la preuve d'une extension autrefois bien plus considérable des glaces. De plus, les témoignages qu'ils ont recueillis autour de la Baie de l'Espérance les portent à penser que le Canal de Gerlache a bien servi d'exutoire vers le nord à l'ensemble des glaces pléistocènes. Mais pour compléter ces vues, il serait désirable que des sondages convenablement échelonnés viennent démontrer que la section transversale du Canal de Gerlache est en auge (20). On sait déjà que les rives en sont accores parce

(18) On sait aujourd'hui que le Canal de Gerlache se prolonge au Sud par le Détroit du Roi Georges VI entre la Terre Alexandre I^{er}, très accore, avec des sommets de 2.500 m. et la Terre de Graham (Terre Fallières), où les pentes plus atténuées mènent assez rapidement à un plateau dorsal dont l'élévation est de 1.500 m.

(19) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 36. Ces mouvements, avec les dislocations qui les ont accompagnés, ne remontent vraisemblablement pas au delà du Crétacique supérieur, et ils seraient synchroniques des plissements andins.

(20) Le seul sondage effectué par la *Belgica*, le 28 janvier 1898, à mi-chemin entre l'Île Brabant et la Terre de Danco, a donné 625 m.,

que de hauts icebergs s'y trouvent échoués et que ceux moins élevés, provenant des glaciers latéraux, s'y mettent en flottaison sans difficulté.

En procédant par comparaison, Arctowski a essayé de montrer quelle a été depuis le Pléistocène l'importance du recul des glaces dans l'hémisphère austral. Il admet qu'il puisse y avoir actuellement une différence de 800 à 900 mètres entre le niveau des neiges perpétuelles sur les Terres magellaniques et dans l'Antarctique. Mais ce chiffre, il le reconnaît lui-même, est rien moins que sûr, car les stations d'observation sont temporaires et de plus elles restent sous la dépendance de conditions locales parmi lesquelles le relief et l'humidité jouent un rôle presque aussi important que la latitude. D'autre part la différence de température moyenne annuelle entre le Cap Horn et l'Ile Wandel, au sud du Canal de Gerlache, où a hiverné Charcot à son premier voyage, est de l'ordre de 10 à 12° C. En se bornant à ne considérer que la Terre de Feu et l'Ile des Etats, qui toutes deux sont montagneuses et subissent un régime aérien et par conséquent une humidité comparables à ceux de l'Antarctique, on constate qu'un abaissement de 800 m. dans le niveau des neiges doit les avoir fait disparaître complètement sous l'inlandsis. Si les choses se sont ainsi passées, l'aspect de la pointe méridionale de l'Amérique a dû ressembler étonnamment, pendant la dernière glaciation, à celui qu'offre actuellement l'Archipel polaire. Tenant compte des formes du terrain, on peut même avancer que le Darwin Sound et le Chenal du Beagle devaient, alors qu'ils étaient libérés en partie de glaces pendant l'été, rappeler le Canal de Gerlache, tandis que l'Ile des Etats s'apparentait aux Iles Ross, Seymour et Snow-Hill qui sont au nord de la Mer de Weddell.

Mais n'est-il question que d'une glaciation, ou doit-on en

ce qui porterait l'épaisseur du glacier disparu à plus de 700 m. à cet endroit. On sait que l'inlandsis groenlandais, dans un stade de glaciation équivalent, atteint en certains points une épaisseur de 2.500 m.

envisager toute une série, telles celles qui ont à diverses reprises couvert le nord de l'Europe et de l'Amérique ainsi que leurs grands massifs montagneux au cours du Pléistocène? A cette question on peut seulement répondre actuellement qu'il n'existe pas de relation obligée entre les glaciations australes et boréales. De toutes les théories émises à ce propos, celle du Pr. Milankovitch, de Belgrade, la dernière en date et la plus vraisemblable, parce qu'elle est appuyée par des calculs astronomiques précis, admet même une sorte de balancement dû aux variations séculaires de certains facteurs : inclinaison de la Terre sur l'écliptique, excentricité de l'orbite, longitude héliocentrique, qui influencent grandement le rayonnement solaire reçu par chacun des deux hémisphères (21).

Quoi qu'il en soit, pour établir sur le terrain la multiplicité des glaciations australes, il faudrait se transporter sur leurs limites septentrionales présumées ou sur la périphérie des massifs andins les plus voisins et y rechercher, comme on l'a fait pour les Alpes, les relations qui peuvent encore subsister entre les anciennes moraines frontales et les terrasses des vallées (22).

* * *

Mais l'étude de la variation des isothermes dans le passé ne serait qu'un premier pas à partir duquel, par comparaison avec ce qui se passe à l'époque actuelle, il deviendrait possible de déterminer les facteurs météorologiques qui jouent un rôle essentiel dans l'évolution du climat, et, consécutivement, de la flore et de la faune. Or, au temps où la *Belgica* entreprenait

(21) W. KOPPEN & A. WEGENER. *Die Klimate des geologischen Vorzeit*. Berlin, 1924, p. 195. Pour la succession et le balancement des époques glaciaires dans les deux hémisphères, et la recherche de leurs causes astronomiques, Milankovitch a eu un précurseur remarquable dans James CROLL (*Discussions on Climate and Cosmology*, Edinburgh, 1885.)

(22) P. DENIS. *Amérique du Sud*, in *Géog. Univ.* Vidal de la Blache, Paris, 1927, p. 16.

son périlleux voyage, aucune suite d'observations dignes de foi n'existait encore sur la météorologie de l'Antarctique. Ce n'est pas un des moindres mérites de Danco, d'Arctowski et de Dobrowolski que d'avoir, durant toute une année, noté heure par heure ces données essentielles que sont la pression atmosphérique, la température de l'air, la direction du vent, la nébulosité, la brume et le volume des précipitations.

Certes, comme le reconnaît Arctowski lui-même en présentant ce premier « corpus » de la météorologie antarctique, cette documentation est trop isolée pour qu'on puisse en tirer des conclusions générales (23). Il eût fallu pouvoir la comparer à celle d'autres stations antarctiques, alors inexistantes, pour tracer des cartes synoptiques où la marche des tempêtes ainsi que la variation de toutes les données météorologiques eussent pu être suivies, étudiées et prévues. Les campagnes scientifiques organisées par différents Etats sous le nom « d'Années polaires internationales » ont visé jusqu'ici un secteur moins lointain du monde austral (24)). Les observations de la *Belgica* ne valent donc que pour la région relativement restreinte où l'a entraînée le pack en dérive. Quoiqu'elles portent sur une année complète, on ne peut même pas en déduire une moyenne annuelle acceptable car, contrairement à ce qu'on a longtemps cru, il est aujourd'hui démontré que les conditions du climat antarctique ne sont nullement uniformes. Les inégales avancées du pack d'une année à l'autre, dont la répercussion a été si sensible sur le succès des expéditions antarctiques, le prouve à l'eut
suffisance.

Ces réserves indispensables étant faites, voyons mainte-

(23) H. ARCTOWSKI. Rapport sur les observations météorologiques horaires de la *Belgica*, Anvers, Buschmann, 1904.

(24) En 1882, la *Romanche*, envoyée par le Gouvernement français pour faire des observations suivies, en même temps que pour observer un passage de Vénus sur le Soleil, ne dépassa pas au sud le Cap Horn, tandis qu'une expédition allemande similaire s'installait en Géorgie du Sud.

nant ce que nous a rapporté la *Belgica* dans le domaine météorologique.

Un fait géographique intervient à l'origine de ses observations et les domine de bout en bout. Pendant sa dérive dans les glaces, la position du navire a varié de $1^{\circ}45'$ en latitude et de $21^{\circ}48'$ en longitude mais il est toujours resté sous la dépendance de deux masses terrestres, au sud l'Antarctide ou Continent austral, à l'est l'Archipel antarctique y compris la Terre de Graham et la Terre Alexandre I^{er}. Il s'est trouvé presque continuellement sur la banquette continentale commune à ces deux masses. Aucune de ses stations ne se présentait par conséquent à l'abri de toute particularité locale, surtout en ce qui concerne l'orientation des vents et le volume des précipitations, mais elle l'était beaucoup moins qu'une station terrestre ou placée au voisinage immédiat d'une côte comme il en a été pour les expéditions suivantes. Malgré des imperfections inévitables, on peut presque dire que sa position s'est trouvée unique dans l'exploration polaire. Le témoignage qu'il nous apporte en acquiert une valeur toute particulière.

La hauteur barométrique moyenne de l'année (moyenne arithmétique des moyennes mensuelles) a été trouvée dans ces conditions égale à 744,4 mm. Un maximum de 772,1 mm. a été constaté le 11 juin 1898 et un minimum de 711,7 mm. le 2 mars 1899. La moyenne des variations mensuelles totales est de 34,47 mm. La marée barométrique diurne a été, de son côté, reconnue très faible. Quant à la marche annuelle de la pression atmosphérique, elle présente, dans l'ensemble, des variations prononcées, avec deux maxima aux solstices et deux minima aux équinoxes. C'est pendant la nuit polaire que la pression est la plus élevée. Tout comme pour les latitudes plus basses, le minima équinoxiaux sont accompagnés de grandes oscillations barométriques tandis que le solstice d'été offre une fixité relative des hautes pressions.

La température moyenne de l'année sous observation n'a pas dépassé $-9^{\circ}4$, le maximum observé était de $+2^{\circ}5$ le 7 décembre et le minimum de $-43^{\circ}1$ le 8 septembre 1898 à 4 heures

du matin. Il semble anormal que ce minimum n'ait pas été observé au cours de la nuit polaire qui a duré du 18 mai au 21 juillet. L'abaissement de la température a persisté pendant plusieurs jours et il semble être en relation avec la direction du vent pendant la même période (25).

La moyenne des variations mensuelles a été trouvée de 25°5 et celle des variations diurnes de 7°57 seulement. La *Belgica* a fait cette constatation très curieuse que, pendant la nuit polaire, la marche diurne de la température subsiste, malgré l'absence d'insolation, avec une amplitude aussi élevée que pour les autres journées de l'hiver antarctique.

Les observations sur la direction des vents donnent beaucoup à réfléchir en ce qui concerne l'existence d'un ou de plusieurs centres anticycloniques polaires, existence qui a toujours été considérée comme un dogme par la plupart des météorologistes. S'il en était bien ainsi dans la réalité, la *Belgica*, au point où elle était placée, aurait dû subir avec violence l'assaut des vents d'ouest qui règnent plus au nord sur la ceinture australe. Or on n'a rien constaté de semblable. Les vents d'ouest sont certes plus fréquents que les vents d'est quand on considère uniquement ces directions, mais, pour l'ensemble de la rose annuelle des vents, les vents de tous les rhumbs de droite paraissent équilibrer ceux de gauche, ce qui semble bien démontrer que les stations de la *Belgica* sur la banquise ne se trouvaient pas sous l'influence d'un anticyclone permanent.

Les vents des secteurs nord et sud, en considérant la totalité de l'année, se font également équilibre. Cependant, si on les

(25) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 27. En 1929, l'Expédition américaine Byrd a vu, à la *Petite Amérique*, la température descendre jusque — 58°. Cette même expédition a effectué au moyen de cerfs-volants, des sondages aérologiques qui ont porté jusque l'altitude de 10.000 mètres. Mais la station au pied du glacier Axel Heiberg, par 84°55' lat. S. et 165° long. W. Greenwich, répondait surtout aux besoins de l'aviation. Dominée par le Plateau polaire austral, haut de 3.000 m. en moyenne (Terre de la Reine Maud), elle a dû notamment recevoir fréquemment des vents locaux de foehn.

détaille mois par mois, on remarque qu'en hiver, soit de juin à août, les vents marins de NW à SW, et surtout ceux de l'ouest, sont les plus fréquents, tandis qu'en été, soit de décembre à février, c'est l'inverse qui se passe, les vents de NE à SE devenant alors prédominants. Il est frappant de rencontrer dans des régions aussi uniformément glacées un régime qui rappelle jusqu'à un certain point celui des moussons propre aux tropiques et Arctowski n'a pas manqué de le faire remarquer (26). Il suggère comme une explication possible le « déplacement de la route des cyclones », expression qui fait inévitablement penser aux idées sur la frontogénèse développées par V. Bjerknes pour l'Atlantique nord à partir de 1919. En réalité, même aujourd'hui, on manque encore de précisions sur le développement d'un front polaire austral et sur la trajectoire des dépressions cycloniques qui en sont le corollaire obligé.

Ce qui doit engager à la prudence c'est que, d'après Arctowski lui-même, la direction des vents ne doit pas être admise ici avec une rigidité absolue. L'utilité de certaines corrections apparaît lorsqu'on essaye de superposer pour l'année entière la rose des vents à celle des températures. Si l'on part du principe que les vents du sud, venant de l'Antarctique, doivent être les plus froids tandis que ceux du nord, venant des régions tempérées du Pacifique, seraient les plus chauds, il faut admettre que les vents enregistrés par la *Belgica*, s'ils ne répondent pas à ces conditions, peuvent avoir été déviés vers la droite (27). C'est dire, en d'autres termes, que les vents d'origine cyclonique ont été de loin les vents prédominants, et introduire un élément inattendu dans la conception que nous pouvons nous faire de l'équilibre aérien de l'Antarctique.

Il n'y a pas, malheureusement, de conclusions rigoureuses à tirer des relevés de la vitesse du vent obtenus par la *Bel-*

(26) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 42.

(27) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 45.

gica car, faute d'instruments enregistreurs, ces relevés n'ont pu se faire de façon continue. Les vitesses maxima constatées, celles correspondant aux terribles *blizzards* du Pôle Sud, se sont élevées à 25,4 m. par seconde le 15 septembre et 21,7 m. par seconde le 19 novembre 1898, l'instrument utilisé étant un anémomètre de Mohn (28). Les temps calmes sont une exception dans ces régions qui passaient à juste titre dans les vieilles légendes pour être fatales aux voiliers assez imprudents pour s'y risquer.

Un autre péril avec lequel devaient compter les navigateurs antarctiques, avant la détection des obstacles, et notamment des icebergs, par les ultrasons, était la fréquence des brumes. Leurs récits, de Bellingshausen à de Gerlache, en passant par Dumont d'Urville et Dallmann, sont remplis de péripéties dues au brouillard et à la neige. En confirmation, la *Belgica* a relevé pour le premier 10 p. c. et pour la secon-



Figure 10.

Accumulation de neige sur le pack.

de 23 p. c. du nombre total des heures de l'année, proportions énormes si on les compare à celles des condensations atmosphériques de même nature dans nos régions tempérées (29). Par contre on comprend que l'Antarctique, trop froid, n'ait pas de pluie ou peu s'en faut. Pour l'année en observation, 20 jours seule-

(28) Sur le même parallèle, dans la Baie Marguerite, sur la côte occidentale de la Terre de Graham (Terre Fallières) l'expédition anglaise Rymill aurait en avril et en mai 1935 relevé à plusieurs reprises à l'anémomètre des vitesses dépassant 100 milles à l'heure, soit 46 m. par seconde. De l'autre côté du pôle, Byrd parle même de vents de 120 milles à l'heure.

(29) Les chiffres devraient sans doute encore être augmentés pour tenir compte de l'imperfection inévitable des relevés nocturnes.

ment en ont donné quelques gouttes tandis qu'il a neigé au cours de 260 journées.

Quant à la nébulosité, elle est également très accentuée puisqu'elle s'élève en moyenne à 7,30 (sur 10) quand elle est calculée sur les moyennes mensuelles. En réalité, durant 62 jours, le ciel est resté complètement couvert tandis qu'il ne s'est entièrement dégagé que pendant deux jours.

La courbe des nébulosités suit à peu près celle des températures. D'autre part, la direction du vent a, comme en tout autre endroit de la Terre, une influence marquée sur la nébulosité. Les roses néphiques mieux encore que les roses bariques et thermiques, démontrent que les vents sont cycloniquement dérivés vers la droite de leur position initiale (30).

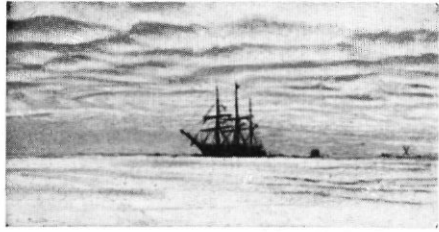


Figure 11.
Nuit d'été sur la banquise.
Cumulo-stratus.

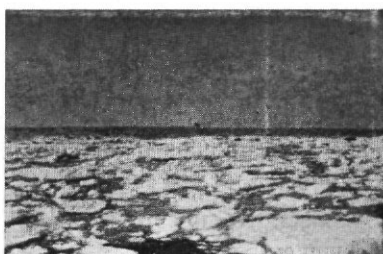
Les observations ont également porté sur la répartition diurne des nuages. Mais leur seul résultat positif est l'indication très nette d'un maximum méridien pendant les mois d'hiver, soit en juin, juillet et août.

* * *

Divers phénomènes dépendant étroitement des conditions météorologiques ont fait l'objet des recherches de la *Belgica* pendant sa longue station dans les glaces. C'est ainsi qu'Arctowski a consacré un mémoire à la formation de la glace du mer qui aboutit à celle du pack et il a suivi l'évolution de ce dernier jusqu'au moment où il se trouve démantelé sous la triple contrainte de la houle, des vents et des cou-

(30). H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 48.

rants océaniques (31). Ainsi qu'il le fait justement remarquer, avant le voyage de la *Belgica*, fort peu d'observations avaient été faites sur les glaces des mers australes. La croûte glacée de l'Océan arctique avait été incomparablement mieux étudiée. Aussi s'est-il efforcé de suivre toutes les étapes de la formation de la jeune glace à une température qui, suivant la proportion de sels contenue dans l'eau de mer, oscille autour de -2° C. et il a décrit, après la cristallisation élémentaire qui a fait, de son côté, l'objet d'un mémoire de A. B. Do-



Figures 12 et 13.
Glace de mer (en bordure du pack).

browolski (32), toutes les formes que prennent les groupements cristallins pour aboutir finalement au pack consolidé. Il a insisté notamment sur les plaques minces polygonales qui flottent à la surface de l'eau avant de se rassembler en un tout continu. La compression latérale intervient ensuite pour former des *hummocks*, mais le « *grand floe* » couvert de neige n'atteint sa stabilité qu'après la nuit polaire et les grands froids d'août et de septembre (33). C'est la toute première étape de cette évolution de plusieurs mois qui a particulièrement retenu l'attention d'Arctowski avec ses

(31) ARCTOWSKI. Les Glaces. Glace de mer et banquises. Anvers, Buschmann, 1'08.

(32) A. DOBROWOLSKI. La neige et le givre. Anvers, Buschmann, 1903.

(33) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 38.

formes très particulières qui portent le nom de « *rassol* » (houppes de glace analogues au givre) et de « *pancake-ice* » (plaques discoïdes formées de cristaux superposés laissant entre eux des vides). Les problèmes de physique moléculaire et d'ordre chimique que pose la formation de la jeune glace de mer, alors à peine abordés, ont été longuement discutés par lui (34).

A la différence de ce qui se passe dans les régions arctiques la glace de mer de l'Antarctique est généralement recouverte de neige, ce qui la rend moins sensible aux variations de température, facilite son accroissement et fait varier sa ligne de flottaison. Dans un champ de glace continu et très étendu, les endroits plus particulièrement surchargés s'enfoncent davantage et se maintiennent par rapport à l'eau qui les supporte dans un état d'équilibre qu'on pourrait qualifier d'isostatique (35).

Ce névé superficiel n'est pas influencé par la pluie ou la brume, mais par le rayonnement solaire, beaucoup plus intense qu'on ne pourrait le supposer sur la banquise. En couchant les actinomètres Arago sur la neige, Arctowski a observé à la date du 12 mars 1898, à 11 heures, les chiffres $+ 48^{\circ}2$ pour le thermomètre couvert de noir de fumée et $+ 38^{\circ}$ pour celui à boule brillante, tandis que les thermomètres placés dans l'abri météorologique marquaient au même moment $- 13^{\circ}8$. Dans ces conditions la neige, ne subissant qu'une fusion partielle et immédiatement arrêtée, s'agglomère en petits grains dont l'ensemble resté pulvérulent tandis qu'elle forme une masse bleue compacte au niveau inférieur où l'eau de mer peut la pénétrer (36).

* * *

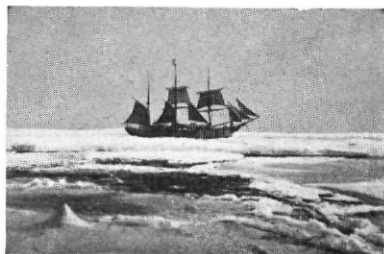
(34) Id., p. 18.

(35) En prenant ce mot, qui a été inventé en 1889 par l'Américain Dutton, en dehors de l'acception aujourd'hui courante, limitée à la compensation qui s'établit entre la masse et la gravité des parties de continents flottantes sur le Sima.

(36) H. ARCTOWSKI. Op. cit., p. 31.

A l'ouest de l'Archipel antarctique, le régime des vents d'est dominant pendant l'été austral commence par disloquer le pack qui s'est accumulé pendant l'hiver au-dessus de la banquette continentale, puis l'entraîne vers l'ouest où il finit par se disperser dans le sud du Pacifique en libérant les icebergs qu'il avait emprisonnés. Tout le voyage de la *Belgica*, y compris la dérive, est dominé par un processus naturel qui referme puis entr'ouvre chaque année les barrières opposées par les glaces à la navigation. La traversée du Canal de Gerlache n'était possible qu'au déclin de l'été, c'est-à-dire à la fin de janvier et en février, moment où ses glaces se sont entièrement écoulées vers l'ouest. En marchant ensuite résolument au sud, la *Belgica* est rivée au pack qui se forme et la garde prisonnière, pendant tout l'hiver suivant, aux environs du 85° degré de longitude ouest (calculé sur Paris). Mais à partir du 12 décembre, ce pack lui-même dérive, d'abord lentement, puis avec rapidité, vers l'ouest et le navire, grâce à la dislocation qui en résulte, est libéré le 13 mars suivant sur le 102° degré de longitude.

Il est à peine besoin de dire qu'à l'est de l'archipel, dans la Mer de Weddell, les conditions aux mêmes moments auraient été tout autres. Le régime éolien tend à accumuler en été les glaces provenant de la dérive le long des côtes de la Terre du Roi Oscar et à boucher les canaux qui séparent les Iles Joinville, Ross et leurs dépendances, formant ainsi un obstacle



Figures 14 et 15.
Rupture progressive du pack.

invincible à la navigation. Là se trouve l'explication des vains efforts faits par l'expédition suédoise de Nordenskjöld pour se frayer un chemin vers le sud et celle de la perte finale de l'*Antarctic* qui la portait. Pour atteindre le fond de la Mer de Weddell comme l'ont fait Weddell lui-même et, à près d'un siècle d'intervalle, Bruce, Filchner et Shackleton, il faut se porter, de décembre à février, beaucoup plus à l'est, entre les 30° et 50° méridiens, en partant de stations de base qui ne sont plus dans les Terres magellaniques ou aux Shetland du Sud, mais en Géorgie du Sud ou dans les Orcades ou les Sandwich australes.

* * *

Nous ne devons pas manquer de mentionner, au nombre des enquêtes les plus intéressantes menées par la *Belgica*, celle qui a trait aux phénomènes optiques et dont Arctowski rend compte sous forme de journal (37).

On sait depuis longtemps que, sous les hautes latitudes, la réfraction atmosphérique provoque des déformations bizarres du Soleil et de la Lune lorsque ces astres approchent de l'horizon. D'un autre côté, lorsque la température est très basse, l'eau atmosphérique se trouve dans un état de tension moléculaire ou même simplement de condensation qui favorise certains phénomènes optiques. De là ces apparences qui étaient un objet d'étonnement et souvent de terreur pour les marins superstitieux d'autrefois. Aux confins des mers antarctiques, ils croyaient entrer dans un monde fantastique défendu par quelque Sphinx des Glaces où le ciel lui-même perdait toute réalité.

La documentation réunie par Arctowski avec la collaboration de tous les membres de l'expédition comprend une grande variété de phénomènes lumineux suivis minute par minute. Elle est accompagnée de croquis explicatifs et rendra certainement les plus grands services aux spécialistes de l'optique

(37) H. ARCTOWSKI. Phénomènes optiques de l'atmosphère. Anvers, Buschmann, 1902.

atmosphérique qui établiront quelque jour la théorie complète de la propagation des rayons solaires dont ces manifestations exceptionnelles ne sont qu'une brillante illustration.

On peut en dire presque autant des notes qu'Arctowski a réunies sur la scintillation lente des étoiles au ras de l'horizon, sur l'anti-crêpuscule, sur l'illumination des brouillards, sur le rayon vert, sur les rayons crépusculaires qui apparaissent à l'opposite du Soleil, sur les nuages irisés, sur l'arc-en-ciel blanc et les couronnes, sur les halos et les parhélies ou parasélènes qui les accompagnent. Plusieurs de ces curiosités optiques n'étant encore que peu connues, il faut savoir gré aux officiers et aux savants de la *Belgica* qui se relayaient pour les observer, d'avoir apporté à leur égard des indications et parfois des explications nouvelles. Ils ont souvent dans cette voie peu frayée attiré l'attention sur des phénomènes qui, malgré leur fréquence relative, sont restés pour ainsi dire ignorés de la science officielle. C'est, pour ne prendre qu'un cas, celui de l'anti-crêpuscule, nom donné à la coloration fugitive bleu-foncé que prennent le ciel et les nuages à l'opposé du Soleil au moment où celui-ci se couche. A notre connaissance, ce « gegenschein » n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante.

* * *

Un effort a également été tenté, au cours du premier hivernage réalisé dans l'Antarctique, pour obtenir des précisions dans un domaine relevant plus particulièrement de la physique du Globe, celui des aurores polaires (38).

A vrai dire cette tâche n'avait pas été assignée à l'expédition. Le matériel scientifique approprié était inexistant et Arctowski reconnaît qu'il n'avait pas eu le temps de se préparer à l'étude approfondie de ces manifestations lumineuses étranges qui se présentent en arcs ou en draperies mouvantes et qu'il est encore actuellement si difficile d'interpréter malgré les progrès récents de la physique cosmique. Aussi la

(38) H. ARCTOWSKI. — Aurores australes. Anvers, Buschmann, 1901.

Belgica s'est-elle bornée à l'enregistrement des faits. Dans 62 cas différents le phénomène a été suivi dans toutes ses phases par l'un ou l'autre membre de l'Etat-Major. Ces minutieuses observations se trouvent consignées dans un catalogue dont l'importance apparaît quand on le compare à celui qui avait été dressé par W. Boller pour les 791 aurores australes signalées de 1640 à 1894.

En groupant ces observations, Arctowski a pu confirmer dans ses grandes lignes la correspondance des aurores boréales et australes, déterminer les heures de la journée et les périodes de l'année où le phénomène est le plus fréquent et tenter de le rattacher, comme on l'avait fait avant lui, à certaines manifestations périodiques de l'activité solaire, telles que les taches. Celles-ci apparaissent avec une intensité particulière tous les onze ans et demi et il faut sans doute y rechercher une correspondance avec les orages magnétiques et les troubles atmosphériques dont la périodicité est la même.

En tout ceci la *Belgica* n'a pu qu'effleurer un problème qui est sans doute le plus important de la géophysique mais qui de son temps n'était pas gonflé de tout ce que nous devons aux dernières recherches sur l'électromagnétisme et en particulier sur les rayons cathodiques. On doit admettre aujourd'hui que l'aurore polaire est peut-être le seul moyen d'investigation que nous possédions pour l'étude de la très haute atmosphère, celle qui s'étend entre 100 kilomètres de hauteur où la pression est réduite à 1/10000 de millimètre et une distance égale à 6,6 fois le rayon terrestre où commence le vide sidéral (39). Ce serait dans cette ionosphère, préparée par le rayonnement ultraviolet chromosphérique solaire, que viendraient s'enrouler tangentiellement, déviés par le champ magnétique du Globe, les faisceaux d'électrons lancés par les « grains de riz » de la photosphère, les « facules » qui environnent les taches et ces taches elles-mêmes quand elles se

(39) C'est à cette distance de la Terre que la force centrifuge équilibrerait la pesanteur.

trouvent au voisinage de l'équateur solaire, c'est-à-dire sur un plan qui diffère peu de celui de l'écliptique. Mais, suivant A. Dauvillier, ce seraient des électrons secondaires, formés aux dépens des gaz lourds de l'air, très raréfiés à haute altitude, qui suivraient alors en tourbillonnant les lignes de force du champ terrestre et qui donneraient lieu à la fluorescence aurorale, par une reconstitution finale des atomes, en particulier de l'azote, qui rappelle beaucoup ce qui se passe dans un tube de Crookes (40).

Artowski s'était demandé si les fulgurations qui accompagnent les aurores, surtout celles en draperies, fulgurations dont la mobilité est parfois extraordinaire, n'obéissent pas à un rythme particulier et il avait recommandé l'étude du côté dynamique du phénomène. Ce que nous venons de dire montre que c'est uniquement l'influx électronique solaire qui déclenche, par ses brusques et continuelles variations, ce spectacle prestigieux de rayons et de couleurs frémissantes (41). Il suit également de la théorie que nous venons d'esquisser et qui est due à A. Dauvillier que, même en l'absence de taches solaires, on peut expliquer par les faibles les aurores qui se produisent néanmoins alors. En outre, quoique les aurores soient particulièrement fréquentes dans les régions qui entourent les pôles de Gauss (42), où les lignes de force du champ terrestre sont à peu près normales à la Terre, il doit exister en tout lieu une aurore générale permanente à laquelle on doit une partie de la luminosité du ciel

(40) A. DAUVILLIER. — Recherches de Physique cosmique. *Rev. gén. de l'Electricité*, mars et avril 1932. ID. — Année polaire internationale, 1932-1933. Paris, 1936. C'est la bande verte de l'azote qui domine dans le spectre des aurores.

(41) H. ARTOWSKI. — Aurores australes, p. 62.

(42) Les pôles magnétiques apparents sont sous la dépendance d'anomalies locales considérables. Ils ne se correspondent même pas de part et d'autre de la Terre. Si l'on s'élève dans l'atmosphère, toutes ces différences s'effacent. Les pôles de Gauss, qui sont ceux de la sphère aimantée théorique représentée par notre Globe, doivent alors être uniquement considérés.

nocturne. Si une perturbation locale des lignes de force s'y produit dans la haute atmosphère, on pourra assister à une aurore localisée, brillante et colorée.

On comprend également qu'autour des pôles magnétiques il puisse exister une ceinture aurorale dont le rayon varie sans cesse en rapport avec les manifestations de l'activité solaire. Elle se traduit pour un observateur placé aux environs du cercle polaire, comme l'était par exemple Nordenskjöld pendant l'hivernage de la *Véga*, par un arc lumineux qui s'élève et s'abaisse sur l'horizon du nord. Pour la *Belgica*, au 70° degré de latitude S., il en était de même, mais l'arc se trouvait au sud. Arctowski n'a pas manqué de le signaler et il rappelle à ce propos la « gloire » de Nordenskjöld », c'est-à-dire ce grand anneau lumineux qu'avec une étonnante intuition le célèbre explorateur avait été conduit à admettre autour des pôles magnétiques (43).

On nous pardonnera une digression qui, à propos des aurores polaires, nous a transportés pour un instant aux hauteurs extrêmes de l'atmosphère, en raison de l'intérêt extraordinaire qui s'attache aujourd'hui à l'étude de l'ionosphère. C'est vraisemblablement de ce côté qu'il faudra chercher les voies pour répondre aux multiples questions que se pose actuellement la Science, notamment sur l'origine des rayons cosmiques, sur celle du magnétisme terrestre et des courants telluriques et sur le cheminement des ondes hertziennes. Il n'est même pas interdit de penser que la météorologie de l'avenir se devra d'y situer ses conceptions directrices.

* * *

S'il eut fallu moins compter pour doter l'expédition de son matériel scientifique, il eut sans doute été possible à la *Belgica* de contribuer pour sa part à l'établissement de cartes magnétiques journalières basées sur l'observation des valeurs absolues de la force magnétique, ou, ce qui revient au même,

(43) H. ARCTOWSKI. — Aurores australes, p. 63 .

des éléments dans lesquels on la décompose (déclinaison, inclinaison, composante horizontale). L'expédition Charcot, qui a suivi en 1903-05 sur le *Français*, s'était fixé ce programme et elle a pu le réaliser en partie parce que, mieux outillée, elle disposait notamment d'un magnétomètre (44). Mais, bien entendu, il ne peut encore être question là que de timides essais. Des cartes vraiment dignes de confiance ne pourront être dressées que par la collaboration de stations permanentes établies en divers points de l'Antarctique. Quel qu'en soit le prix, il est désirable d'organiser un tel réseau d'observations méthodiques par un effort international car il présenterait un intérêt capital dans ces régions voisines du pôle où les manifestations de la force magnétique sont d'une ampleur exceptionnelle et ont des répercussions lointaines.

Le désir ne manquait certes pas à l'équipe de la *Belgica* de faire œuvre utile dans ce compartiment de la Science. A la date du 22 septembre 1898, l'Etat-Major, réuni en conférence par le Commandant, avait fixé le programme d'une troisième année de campagne. Le navire, sitôt dégagé des glaces, devait gagner Melbourne, y recevoir un magnétomètre expédié d'Europe, puis se diriger vers la Mer de Ross. Débarqué au Cap Gauss sur la Terre Victoria, un parti composé de Lecoq, Cook et Amundsen, aurait de ce point cherché à reconnaître l'emplacement alors très discuté du pôle magnétique austral. Mais les événements en décidèrent autrement et ce projet, dont la réalisation eut ajouté un fleuron de plus à la renommée de la *Belgica*, échoua parce qu'au début de mars 1899, date extrême fixée pour le débarquement au Cap Gauss, le navire était encore emprisonné dans la banquise.

* * *

On attendait naturellement de la *Belgica* une importante contribution à la connaissance de la flore et de la faune an-

(44) J. J. REY, in J. Charcot. — Le Français au Pôle Sud. Obs. sur le magnétisme terrestre, p. 409.

tarctiques. Toutes deux ont dû s'adapter à un climat extrêmement dur. Certaines formes élémentaires ont résisté en raison même de leur simplicité; d'autres allant jusqu'aux animaux supérieurs, tels les pinnipèdes et les cétacés, montrent tous les signes d'une évolution dans le sens de la résistance au froid. Pourtant nombre d'entre elles ont encore, sinon des espèces, au moins des genres correspondants dans les zones tempérées ou même tropicales. Leur présence actuelle dans l'Antarctique atteste que les conditions de climat n'y ont pas toujours été les mêmes. S'il y a eu recrudescence du froid pendant les dernières glaciations pléistocènes, on peut trouver par contre des traces certaines de plusieurs « offensives » de chaleur dans des périodes qui, géologiquement, ne sont pas fort anciennes. Rappelons à ce propos les empreintes végétales du Tertiaire de l'Île Seymour et acceptons comme une explication provisoire les divagations encore inexplicables des pôles géographiques qui, d'après Köppen et Wegener, ont pu porter depuis la glaciation de Gunz sur 20 degrés de latitude (45).

Il est naturel que le règne végétal, généralement rivé au sol et incapable du déplacement saisonnier que peuvent se permettre les animaux, ait été la première victime du climat polaire. Le bilan de la flore antarctique est à peu près complet lorsqu'on a cité quelques algues qui parviennent à prendre pied sur les roches décapées par la glace, des lichens qui tapissent jusqu'aux parois à pic (56 espèces) et des mousses (27 espèces qui sont surtout des *Polystichium*). Le seul phanérogame ou plante à fleurs de l'Antarctique serait l'*Aira antarctica*, une graminée dont on trouve parfois quelques touffes dans les creux de rochers bien abrités du vent (46).

Aussi prisonnière du terrain et des éléments que les végé-

(45) W. KÖPPEN & A. WEGENER. Op. cit., p. 227. D'après Croll, l'oscillation de l'axe terrestre sur l'écliptique, n'aurait, sur une très longue période, qu'une ampleur de 3 degrés.

(46) Depuis la *Belgica*, une seconde espèce a été découverte, non moins rare d'ailleurs.

taux, la vie animale terrestre est réduite à sa plus simple expression. Les récoltes de la *Belgica* consistent en quelques animaleules : un diptère, trois puces de neige et cinq acariens nouveaux (47). Mais, par contre, une vie intense anime les eaux glacées qui recouvrent la banquette continentale antarctique et, sur le rivage, s'entassent de véritables colonies de mammifères et d'oiseaux amphibies. Aussi le naturaliste de l'expédition, E. Racovitza, a-t-il pu rassembler assez de matériaux pour fournir la matière d'un grand nombre de monographies consacrées à la zoologie de l'Antarctique, et accessoirement, des Terres magellaniques visitées par l'expédition (48).

Pour expliquer une telle prolifération de vie dans un cadre aussi aride, il faut d'abord constater que, jusqu'aux premières années du XIX^e siècle, l'homme, ce chasseur impitoyable, ne s'était guère aventuré au sud du Cap Horn. C'est en 1819 seulement que le baleinier américain *Sheffield* signala l'énorme quantité de phoques à fourrure qu'il avait rencontrée aux Shetland méridionales et dès l'année suivante commença une destruction systématique. Pour échapper à l'extermination, certains animaux, tels que les grands cétacés, déjà pourchassés sur toutes les mers, durent se réfugier à la limite de la banquise et même pénétrer sous celle-ci jusqu'au point où sa résistance devient telle qu'elle empêche tout contact avec l'air extérieur nécessaire à la respiration.

Mais encore fallait-il que les eaux de l'Antarctique offrisent à cette faune spéciale des ressources alimentaires suffi

(47) Nous excluons ici les récoltes fuégiennes de la *Belgica* qui comprennent beaucoup d'espèces et même de genres nouveaux, tant pour les insectes que pour les arachnides.

(48) En tout 43 mémoires parus jusqu'ici. Les matériaux avaient été confiés, dès le retour de la *Belgica*, aux spécialistes les plus autorisés.

A ne citer que les Spongiaires, il s'agit d'une trentaine d'espèces presque toutes nouvelles, et de deux genres nouveaux. Racovitza s'était réservé les études biologiques relatives aux cétacés, aux pinnipèdes et aux oiseaux. La première de ces études a seule paru. Anvers, Buschmann, 1903.

santes. Or, il se trouve qu'une nourriture de base y existe sous forme de plankton dont la présence est favorisée par la



Figure 16.
Euphausia.

la fusion des glaces qui diminue la salinité de l'eau de mer. Dans les criques froides du Canal de Gerlache, au débouché des glaciers et à la proximité immédiate des icebergs, Racovitza a observé la présence de toute une faune souvent microscopique : infusoires, rotifères, nématodes et tardigrades, ainsi que des diatomées benthiques qui se rencontrent parfois en quantité prodigieuse. Dans ce milieu évoluent de petits crustacés dont l'élément principal

est une minuscule crevette rougeâtre, l'*Euphausia*, signalée par tous les explorateurs polaires comme existant partout autour du Pôle Sud, soit dans la mer, soit dans l'estomac des phoques, des grands cétacés et des manchots. Se nourrissant de diatomées, elle est elle-même la proie d'une foule d'animaux plus évolués.

La question de la nourriture est capitale pour le maintien de chaque espèce, maintien qui deviendrait impossible s'il ne s'opérait pas automatiquement une sorte de répartition. Si l'on s'en tient aux cétacés, spécialement étudiés par Racovitza, on voit qu'ils peuvent se classer d'après la nourriture qu'ils absorbent de préférence et parfois exclusivement. Les cétacés antarctiques seraient phytophages ou mangeurs d'algues, planktonophages ou mangeurs de plankton, teutophages ou mangeurs de mollusques, surtout céphalopodes, ichthyophages ou mangeurs de poissons, carcinophages ou mangeurs de crabes (49). Le Balénoptère de Sibbald (*Balaenoptera musculus*), le plus grand des animaux actuellement vivants puisque sa longueur peut dépasser 25 mètres, n'absorbe pour ainsi

(49) E. RACOVITZA. Op. cit., p. 124.

dire que des Euphausias. Par contre, l'Orque épaulard (*Orca gladiator*), sorte de dauphin de forte taille, s'attaque à tous les animaux et les plus gros cétacés eux-mêmes ne sont pas à l'abri des morsures de ce carnassier redoutable. Mais le plus impitoyable de tous les prédateurs est certainement l'homme. S'il n'a pu rencontrer dans ces mers ce gibier de gros profit qu'est la baleine franche (50), il s'est rabattu sur les grands mysticètes : mégaptères et balénoptères qui les hantent encore, puis sur les phoques et les otaries, puis sur les manchots de diverses espèces qui y peuplent de vastes rookeries.

La nourriture de base reste malgré tout le plankton, surtout parce que ses diatomées alimentent l'Euphausia. Or, le volume du plankton subit des variations saisonnières. Il décroît considérablement en hiver, le développement des diatomées se trouvant à ce moment paralysé par le manque de lumière sous une glace de mer devenue très épaisse. Beaucoup d'espèces émigrent alors vers le nord. Celles qui restent, réduites à quelques individus, phoques, manchots et cétacés, se cantonnent dans les secteurs où la banquise est la moins épaisse et la plus morcelée et où par conséquent ils ont le plus de chances de rencontrer à la fois diatomées et Euphausias (51).

On attend toujours la publication des notes de Racovitza sur les oiseaux rencontrés au cours de l'expédition et il faut le regretter car on sait qu'elles contiennent nombre d'observations nouvelles : mensurations, notes sur la coloration, la température, la mue, les parasites, des protocoles d'autopsie du contenu de l'estomac, d'état des organes, ainsi que de nombreuses données phaenologiques avec le relevé de tous les

(50) Il semble bien, comme le dit Racovitza après un consciencieux examen de la question, que le « rightwhale » des baleiniers ne monte jamais à des latitudes aussi hautes.

(51) E. RACOVITZA. Résultats généraux de l'expédition antarctique belge. *La Géographie*, 1900, pp. 90 et 91. La vie des animaux et des plantes dans l'Antarctique. *Bull. S. R. belge de Géog.*, 1900, p. 178.

oiseaux rencontrés en cours de route lorsqu'on a pu les déterminer sans le moindre doute possible (52).



Figure 17.
Manchot royal
(*Aptenodytes Forsteri*).

Pour les pinnipèdes, on ne possède encore que des monographies relatives à la systématique, par E. Barrett-Hamilton et à l'organogénie (les extrémités), par A. Leboucq. Leur biologie doit être traitée par Racovitza qui a pu faire sur place des observations de la plus haute importance dont une minime partie, déjà publiée, est devenue classique, telle celle relative à la cuirasse de graisse isolante qui permet aux phoques de lutter contre le froid. Un phoque mort depuis 24 heures et exposé pendant ce temps à un froid de -20° C. fût trouvé par lui encore tiède à l'intérieur (53).

* * *

Une extrême attention doit être apportée aux idées développées par L. Dollo dans la très remarquable étude qu'il a consacrée aux poissons rapportés par la *Belgica* (54). Notons d'abord que ces poissons ne sont pas très nombreux. Ils n'en sont que plus caractéristiques. Sur les rivages de l'Archipel antarétique, les pêches n'ont rien donné. De ces parages, Racovitza n'a rapporté ni poissons littoraux, ni poissons pélagiques. Sur la banquise il n'a trouvé qu'une fois un spécimen indéterminable dans l'estomac d'un oiseau, jamais dans celui des phoques. En outre, il a rapporté l'impression que, loin de la terre, les poissons superficiels sont fort rares. Dans ces conditions, toutes les récoltes de la *Belgica* à l'intérieur du Cercle

(52) Lettre de E. Racovitza du 21 juillet 1938.

(53) Cité par E. de MARTONNE. *Traité de Géog. physique*, p. 1356.

(54) Louis DOLLO. *Rapports scient. Poissons*, Anvers, Buschmann, 1904.

polaire se réduisent à trois exemplaires provenant de la banquette continentale sous la banquise, vers 500 mètres de profondeur. Ils appartiennent chacun à un genre et à une espèce nouvelle, mais tous trois sont d'une famille connue ailleurs, celle des *Nototheniidae*, ordre des *Acanthoptérygiens* (55). Au cours de son voyage de retour, la *Belgica* a en outre ramené

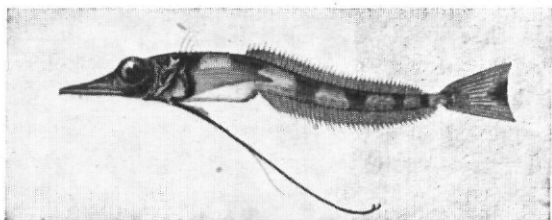


Figure 18.
Cryodraco antarcticus.

d'une profondeur de 2.800 mètres, au nord de la banquette, un Anacanthinien, le *Nematonurus Lecoinei*, espèce nouvelle de la famille des *Macruridae*.

Ce sont là les tout premiers poissons recueillis dans l'intérieur du Cercle polaire antarctique et on doit immédiatement noter que ce sont des poissons abyssaux. Pour des considérations de lumière et de température, la profondeur de 350 mètres doit être considérée ici comme la limite supérieure extrême de la zone abyssale, alors qu'ailleurs elle peut descendre beaucoup plus bas. Sur le plateau continental antarctique, la température tombe en effet à la profondeur de 500 mètres à moins de 2° C., c'est-à-dire qu'elle ne diffère guère de celle qui est couramment enregistrée ailleurs dans les grands fonds à 3.000 ou 4.000 mètres de profondeur. Il suit de là, d'après Dollo, que des poissons adaptés aux grandes profondeurs sont remontés sur la plate-forme continentale à la fa-

(55) Ce sont le *Cryodraco antarcticus*, le *Gerlachea Australis* et le *Racovitza glacialis*, tous trois Dollo, 1900. Le premier est reproduit fig. 18. Sa longueur est de 20 cm.

veur des conditions éthologiques réalisées dans les mers polaires. Nous verrons plus loin qu'il en est de même des mollusques.

Si l'on envisage la question de la répartition des poissons sous un angle plus large et qu'on compare aux espèces antarctiques celles qui avant 1904 avaient été recueillies à l'intérieur du Cercle polaire arctique, on arrive à la conclusion que la théorie de la bipolarité ne peut être retenue. On sait que cette théorie, défendue surtout par Pfeffer et par Murray à la suite des croisières du *Gauss* et du *Challenger*, admettait une similitude à peu près complète pour les flore et faune des très hautes latitudes boréales et australes. Dans ces « *relikten zonen* », on ne trouverait que des espèces à caractère archaïque, débris d'une faune universelle ancienne conservés sous l'influence d'une cause générale (établissement du climat polaire). Dollo démontre, en s'appuyant sur la documentation de la *Belgica*, que rien n'est moins exact. Les espèces de poissons provenant des deux régions polaires sont différentes. Quant aux genres, s'il arrive par hasard qu'ils soient les mêmes, ils n'offrent aucune fixité en ce sens que les espèces qui leur appartiennent de part et d'autre ont évolué dans une ligne différente. Chaque faune polaire est visiblement le résultat d'un développement autonome. Il n'y a pas de fonds commun. Qu'il s'agisse d'espèces indigènes ou immigrées, elles se sont adaptées aux conditions de la vie polaire sans contemporanéité nécessaire de formation de leurs types respectifs. Et cette considération, d'après Dollo, vaut aussi bien pour les pinnipèdes, les oiseaux, les crustacés, les mollusques, les végétaux, que pour les poissons (56).

En ce qui concerne les poissons, la *Belgica* a étendu ses recherches à une partie des Terres magellaniques (Détroit de Magellan, Canal du Beagle, Ile des Etats), c'est-à-dire à la zone subantarctique, celle qui va du Cercle polaire à la limite de la zone tempérée australe. Elle y a retrouvé, avec

(56) L. DOLLO. Op. cit., pp. 205 et 206.

une abondance qui va en augmentant vers le nord, des représentants de cette famille des Notothenidae à laquelle nous avons vu qu'appartenaient les espèces de la banquette antarctique. Mais ici tous ces poissons sont littoraux, sauf une espèce abyssale habitant les grandes profondeurs, et ils sont d'un type plus primitif que ceux précédemment rencontrés. Si l'on suit le principe généralement reconnu que c'est la faune littorale qui a donné naissance aux faunes pélagique et abyssale par voie de migration ou d'évolution, on peut se poser avec Dollo la question : Est-il logique de penser qu'une famille essentiellement littorale et australe se soit ainsi développée dans un facies océanique ? Et arriver comme lui à cette explication qu'il y avait autrefois dans cette région d'importantes lignes de rivage aujourd'hui disparues.

Mais on peut aller plus loin quand on s'aperçoit que ces mêmes Notothenidae représentent actuellement la seule famille circumpolaire antarctique. On les retrouve, en effet, parfois avec les mêmes genres, aux Iles Kerguelen, Marion, en Nouvelle-Zélande et à la Terre Victoria, avec une aire de dispersion que rien n'explique dans l'état actuel des choses puisque tous ces points sont séparés par de grandes profondeurs marines et que les espèces qui s'y trouvent représentées ne paraissent pas avoir subi l'évolution abyssale. Pour Dollo, la seule explication possible est l'existence d'une Antartide tertiaire qui se serait étendue à tous les points considérés avant de s'effondrer plus tard en grande partie dans l'océan. Il arrive ainsi à étayer par une voie originale une conception qui avait été défendue avant lui par des naturalistes comme H. F. Osborn aussi bien que par de nombreux géologues (57).

Nous touchons là à un sujet sur lequel se sont élevées depuis la *Belgica* des discussions passionnées entre partisans des ponts continentaux et adeptes des théories wégenériennes, étant bien entendu dans l'un et l'autre camp que des liaisons terrestres existaient encore au Tertiaire entre l'Amérique du

(57) L. DOLLO. Op. cit., pp. 212 et 213.

Sud et l'Australie sans lesquelles la dispersion de certains mammifères comme les Marsupiaux ne s'expliquerait pas. Il est à peine besoin d'ajouter que nous retrouvons ici aussi la nécessité de faire intervenir, parallèlement aux modifications fauniques, une évolution du climat dont nous avons déjà parlé plus haut.

* * *

Les considérations générales émises en 1903 par P. Pelse-
neer, à qui avait été confiée l'étude des mollusques amphi-
neures, gastropodes et lamellibranches rapportés par la *Bel-
gica*, appuient singulièrement tout ce que nous venons de
dire à propos des poissons (58).

Pendant la dérive, des pêches au chalut et au faubert ont
été organisées et elles ont ramené au jour de nombreux mol-
lusques qui vivent aux profondeurs de 400 à 500 mètres sur
le socle continental antarctique. Toutes les espèces ainsi récol-
tées appartiennent à la faune abyssale universelle, tels *Pec-
ten pudicus* qui avait déjà été dragué par le *Challenger* par
2.415 mètres de profondeur à l'est de Marion dans l'Océan
Indien et *Leda antarctica* que la *Belgica* elle-même a re-
cueilli par 2.800 mètres dans le sud-est du Pacifique. Ce
sont là, comme nous l'avons déjà fait remarquer pour les
poissons, des espèces remontées des grands fonds, grâce à
des conditions exceptionnellement favorables de température
et de lumière.

Aucun argument ne peut non plus se tirer des mollusques
en faveur de la théorie de la bipolarité, même si l'on ne con-
sidère que les genres. Ceux-ci sont, ou cosmopolites, ou com-
muns à certaines régions tempérées ou tropicales où ils se
rencontre dans les abysses, ou totalement inconnus dans
la zone arctique (59). Les récoltes malacologiques de la
Belgica n'ont pas apporté un seul exemple de forme exclusi-
vement bipolaire.

(58) P. PELSENEER. Mollusques, etc. Anvers, Buschmann, 1903.

(59) P. PELSENEER. Op. cit., pp. 74 et 75.

Malgré leur origine lointaine certainement commune, les caractères actuels des deux faunes polaires montrent que quand elles se sont constituées, il y avait déjà des différences dans les faunes marines littorales des deux hémisphères. Ces différences, Pelseneer est tenté de les expliquer par l'existence de la Téthys, cette préfiguration de la Méditerranée qui ceinturerait le globe entre les masses continentales boréale et australe au moins jusqu'au Crétacique. Il suppose que la profondeur de cette mer intercontinentale aurait opposé un obstacle invincible au mélange des faunes marines des deux hémisphères. Ce n'est là, bien entendu, qu'une suggestion. Il faudrait de longues études de détail pour lui donner force convaincante (60).

Autrement positive est l'impression qu'on reçoit en examinant avec Pelseneer la distribution circumpolaire actuelle des mollusques antaretiques et subantaretiques. L'idée d'une Antaretide tertiaire étendue ressort de cet examen avec une évidence impressionnante.

* * *

Il nous serait, on le comprend, impossible de passer en revue dans ce court exposé la totalité des mémoires consacrés par les spécialistes aux matériaux d'histoire naturelle réunis par la *Belgica*. La matière est si riche et souvent si nouvelle qu'elle mériterait pourtant des commentaires plus autorisés que les nôtres. Nous devons nous contenter de glaner et de mettre en relief presque au hasard tel menu fait qui nous a particulièrement frappé, le suivant par exemple :

En lisant la relation de son voyage publiée par Adrien de Gerlache il y a quelque quarante ans, nous avons été surpris d'apprendre que de beaux échantillons de corail étaient couramment ramenés par le chalut lors des pêches effectuées sur la banquette continentale au cours de la dérive (61). Le

(60) P. PELSENEER. Op. cit., p. 77.

(61) COMMANDANT de GERLACHE. Quinze mois dans l'Antarctique. Bruxelles, Bulens, 1902, p. 191.

mémoire qu'Emil von Marenzeller a consacré aux madréporaires et hydrocoralliaires recueillies par la *Belgica* confirme le fait et donne des détails et des photographies. Il s'agit sur-



Figure 19.
Errina gracilis.

tout de l'*Errina gracilis*, qui a été déterminée comme une nouvelle espèce de la famille des Millépores (62). Il n'y a aucun doute qu'il s'agisse bien là d'une forme indigène antarctique car le Dr. Turquet, de la première expédition Charcot, a trouvé les mêmes coraux à marée basse sur les rivages de la Terre de Graham. « Ils se présentent », dit-il, « sous forme d'arbrisseaux blanchâtres, minuscules et rigides, fixés par un pied sur les galets » (63). Quand on sait que la plupart des genres des Millépores, et, de plus, que les autres espèces du genre *Errina*, habitent aujourd'hui les mers tempérées ou même tropicales, on voit se poser le problème de l'accli-

matation de ces coraux à des mers dont la température superficielle est voisine de 0° C. Ce qui vient encore compliquer la difficulté, ce sont les froids intenses, atteignant — 40° C. pendant l'hiver polaire, auxquels est exposé le frêle arbrisseau vivant, lorsqu'il se trouve hors de l'eau. C'est ensuite la nature des eaux, généralement douces au voisinage des rives où la fonte des glaces est continuelle. On se demande où elles se chargent des sels calciques qu'elles doivent ensuite transmettre aux coraux. Quelle que soit la réponse à donner à ces véritables énigmes, on n'en restera pas moins devant un curieux cas d'adaptation qui vient illustrer, une fois de plus, une très probable révolution climatique.

* * *

(62) E. von MARENZELLER. *Madreporia und Hydrocorallia*. Anvers, Buschmann, 1903. *Errina gracilis* est reproduite en figure 19.

(63) J. B. CHARCOT. *Le Français au Pôle Sud*, p. 417.

Nous désirons pour terminer faire un rapide commentaire des sondages effectués par la *Belgica* alors que, scellée à la banquise, elle dérivait en s'écartant progressivement de l'Archipel antarctique.

Avant d'entrer dans le pack, la sonde avait donné 2.600 mètres par 69°22' de latitude, puis 1.730 mètres par 69°42'. Plus tard, au cours de la dérive, on trouva constamment soit de 400 à 600 mètres quand on dérivait sur la banquette continentale, soit plus de 1.100 mètres dès qu'on s'en écartait légèrement vers le nord. Comme les sondages ont été relativement nombreux, ils ont permis de définir avec une exactitude suffisante le socle sur lequel repose à la fois le Continent et l'Archipel antarctique. Le bord en est représenté par une ligne qui incline au sud-ouest jusqu'aux environs du 87° méridien (Paris) puis court franchement vers l'ouest entre les 70°30' et 71° lat, jusqu'au point où la *Belgica* est sortie de la banquise. Au nord de cette ligne, un talus fort abrupt conduit rapidement à des profondeurs voisines de 3.000 mètres (64).

Ce levé bathymétrique est très important parce qu'il établit la proximité immédiate du continent austral dans une région où l'on n'avait jusqu'alors aucune indication de sa présence. Si l'expédition belge n'a pas abordé à ce continent, si elle ne l'a même pas entrevu, au moins a-t-elle pu montrer qu'il existe, où se trouvent à peu près ses côtes et quelle direction elles doivent suivre. Faut-il dire qu'actuellement on n'en connaît guère davantage sur les accès de cette partie de l'Antarctide que les glaces rendront sans doute éternellement inabordable (65). L'exploit de de Gerlache, pénétrant dans

(64) G. LECOINTE. Travaux hydrographiques. Carte annexée. L'Ile Pierre I^{er}, par 90° long. W (Greenwich) et 69°50' lat. S., n'est pas assise sur le socle continental.

(65) Le vol transcontinental de L. Ellsworth sur l'inlandsis, en novembre 1935, passe loin de la côte. Le raid de H. Wilkins, parti en avion du *Scoresby* en février 1930 a montré que sur le 101° méridien (Greenwich) la côte n'était pas encore en vue par 73° lat. S.

le pack au delà du 71° degré de latitude, n'a jamais été renouvelé.

Arctowski et Renard ont fait remarquer avec raison qu'une plate-forme continentale limitée par une isobathe de 500 mètres est une anomalie (66). Celles qu'on connaît autour des autres continents ne dépassent guère la profondeur de 200 mètres. Etant donné que les profondeurs trouvées sur les bords de la Mer de Ross sont comparables, on peut se demander si la plate-forme continentale antarctique ne doit pas au poids considérable représenté par l'inlandsis qui l'a recouverte, d'avoir été submergée profondément au cours des dernières glaciations. Actuellement, une partie de cette surcharge ayant disparu, il est possible qu'elle tende à se relever lentement en vertu de la loi de l'isostasie, au même titre que les boucliers scandinave et canadien dans l'hémisphère boréal. Il faudrait, pour vérifier cette hypothèse, de bonnes observations permettant de découvrir d'anciennes lignes de rivage sur les bords accessibles de l'Antarctide ou de l'Archipel antarctique. Mais de telles recherches ne sont guère aisées et il faut peu compter sur elles pour obtenir le supplément d'information nécessaire.

En attendant, l'exploration de la banquette continentale antarctique et de ses abords continue avec les facilités que donne aujourd'hui le sondage acoustique. La *Belgica*, entre les 80° et 102° méridiens, y avait relevé des inégalités qui pourraient traduire des mouvements du sol postérieurs à la submersion. Dans les autres secteurs polaires on a découvert un relief encore plus accentué et même des hauts-fonds qui arrivent au voisinage de la surface (67). Il est à peine besoin d'insister sur l'intérêt que présentent ces découvertes, après ce que nous avons dit plus haut sur la possibilité d'une An-

(66) H. ARCTOWSKI & A. F. RENARD. Notice prélim. sur les sédiments marins recueillis par la *Belgica*. *Mém. Acad. Belg.*, t. LXI (1902-03), p. 5 et seq.

(67) Cf. notamment L. CHRISTENSEN. Ma dernière expédition aux régions antarctiques (1:36-37), Oslo, 1938.

taretide tertiaire dont les prolongements se seraient effondrés dans l'Océan.

Certaines constatations relevant de l'océanographie ont été faites au cours des sondages de la *Belgica*. Elles font l'objet de deux mémoires sur la densité de l'eau de mer et d'un troisième sur les relations thermiques des couches marines (68).

Le teneur en sels de l'eau de mer, qui fait varier sa densité, est influencée dans l'Antarctique par la fusion de la



Figure 20.

Prises de température de l'eau de mer à différentes profondeurs.

glace de mer et par celle des icebergs. Par contre, quand la glace de mer se forme, elle enrichit en sels la couche superficielle de l'eau. La densité des eaux de surface subit donc des variations saisonnières, moins accentuées toutefois que dans l'Arctique, où l'été est généralement plus long et moins rigoureux. Toutefois, d'après Arctowski et Thoulet, en ce qui concerne les eaux superficielles, la densité ne joue qu'un rôle secondaire dans l'économie générale de la circulation tandis

(68) J. THOULET. Détermination de la densité. H. ARCTOWSKI & J. THOULET. Rapport sur la densité de l'eau de mer. H. ARCTOWSKI & H. R. MILL. Relations thermiques de l'océan. Anvers, Buschmann, 1908.

que le rôle du vent est au contraire prépondérant (69). Il en est autrement en profondeur où la densité *in situ* prend toute son importance. Les échantillons ramenés par la *Belgica* de différentes profondeurs ont été pour les besoins de la comparaison, ramenés à la température *in situ* et il a même été tenu compte, pour obtenir la densité exacte, de la compressibilité pourtant extrêmement faible de l'eau sous des pressions qui peuvent devenir considérables.

Dans le lent brassage des eaux océaniques, c'est, plus que la salinité, la température qui est le facteur déterminant. Aussi la *Belgica* n'a-t-elle pas négligé de relever soigneusement les températures tant pour les sondages du Détroit de Drake que pour ceux pratiqués sous la banquise. Voici le résumé de ses constatations :

Dans les mers polaires australes, la fusion continuelle des icebergs et du pack, ainsi que le contact avec une atmosphère fortement refroidie, donne aux couches superficielles de la mer une température très basse, voisine de -2° C. Plus bas et jusque 500 mètres de profondeur, soit au niveau de la banquette continentale, la température tend à s'élever légèrement, mais elle reste cependant toujours inférieure à 2° C. Elle est donc très comparable, comme nous l'avons déjà vu, à celle des grandes profondeurs.

Si l'on se dirige vers le nord, on sort des régions où l'océan porte d'une façon plus ou moins permanente de la glace de mer. La température des eaux de surface croît alors progressivement et, par 60° de latitude, au nord des Shetland méridionales, elle atteint environ 3° C. La température minimum, pour les sondages du Détroit de Drake, est de $-1^{\circ}5$ C. entre 100 et 150 mètres de profondeur. A partir de cette profondeur il y a, comme sur la banquette continentale, un réchauffement graduel jusqu'au fond de l'océan, quelle qu'en soit la profondeur mais sans jamais atteindre 2° C., comme en régime abyssal uniforme (70).

(69) ARCTOWSKI & THOULET. Op. cit., p. 12.

(70) ARCTOWSKI & MILL, Op. cit., p. 20.

Sur ces données, fournies par les sondages que la *Belgica* a échelonnés depuis l'Ile des Etats jusqu'au 71° degré de latitude sud, on peut se rendre compte que les échanges thermiques de l'Océan polaire se font lentement du nord au sud de la façon suivante : d'une part une nappe profonde océanique se dirige vers le sud jusqu'au contact de l'Antarctide en y maintenant sous la profondeur de 100 mètres la température abyssale, soit moins de 2° C. Les eaux supérieures, en contact avec la banquise et plus froides, glissent au contraire vers le nord où elles tendent à se réchauffer progressivement à partir de la surface.

* * *

Les sédiments sous-marins recueillis par la *Belgica* devaient être étudiés par le regretté A. Renard, que sa compétence désignait particulièrement après ses brillants travaux en collaboration avec J. Murray sur les sédiments du *Challenger* (71). Ils ont été confiés depuis à H. van Hove. Sans anticiper sur les conclusions que nous attendons de ce savant, on peut cependant déjà donner quelques indications en se référant à la note préliminaire publiée dès 1903 par Arctowski et Renard (72).

Les sédiments qui recouvrent la banquette continentale sont presque uniquement d'origine terrigène. Ils proviennent des moraines des glaciers riverains dérivés de l'inlandsis, moraines dont nous avons vu qu'elles pouvaient être internes aussi bien qu'externes. Transportés par les icebergs, ils s'en détachent lorsque la fusion de la glace, au contact de l'eau de mer, vient les libérer. Ils tombent alors sur le fond où leur prédominance à la fin est devenue telle qu'elle arrive à masquer complètement le caractère marin des autres dépôts. Le draguage ramène presque toujours une proportion considérable de graviers associés à de la kryokonite et à des éléments terreux plus fins et il est absolument certain qu'il existe à côté d'eux

(71) J. MURRAY & RENARD. Voyage of H. M. S. Challenger. Reports on deep sea deposits. London, 1891.

(72) H. ARCTOWSKI et A. RENARD. Op. cit.

des boulders en grand nombre et pouvant atteindre les plus fortes dimensions.

Mais déjà sur le talus du socle continental la proportion des roches charriées par les icebergs est moins abondante. Quand on arrive aux grandes profondeurs voisines, elle devient négligeable sans pourtant disparaître complètement sinon à grande distance dans le Pacifique. Le sondage 26, effectué le 4 mai 1898, par 1.150 mètres de fond, a donné un sédiment à teneur de 26,48 p. c. de carbonate de chaux, du type des vases à globigérines. Les coquilles de foraminifères y sont très nombreuses contrairement aux indications données par le *Challenger* qui, au cours de sa croisière dans les mers australes beaucoup plus à l'ouest, il est vrai, n'avait rencontré en haute latitude que des vases à diatomées. Dans la région explorée par la *Belgica*, il semble bien que les algues microscopiques, quoique pullulant dans le plankton au voisinage des côtes, n'ont pas une aire de dispersion qui dépasse la banquette continentale, si même elle la recouvre.

La *Belgica* n'a recueilli qu'une fois de l'argile rouge des grands fonds, par 4.800 mètres de profondeur, alors qu'elle se trouvait par le travers du Déroit de Drake. Ce sédiment est plastique, à grain extrêmement fin, de couleur chocolat foncé. Il donne de façon prononcée la réaction du manganèse (73). Bien que prélevé à plus de 1.000 kilomètres des côtes antarctiques, il donne encore une proportion de 18 p. c. de sable quartzeux, preuve évidente de la grande extension des apports glaciaires, sinon actuellement, au moins dans un passé qui ne remonte pas plus haut que le Pléistocène.

* * *

Le sondage qui a apporté cette dernière indication date du moment où la *Belgica* regagnait la côté méridionale améri-

(73) ARCTOWSKI & RENARD. Op. cit., p. 28.

caine, après sa campagne de quinze mois dans l'Antaretique. Puisse la rapide revue de ses travaux scientifiques que nous venons de faire rappeler à tous, en même temps que son nom glorieux, le rôle éminent qu'elle a joué dans l'exploration polaire antaretique.



Extrait
du Bulletin de la Société Royale Belge de Géographie,
année 1941, n^{os} 3-4.
